

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION

COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. 16, No. 2

**A REVIEW OF THE JAPANESE LONGLINE FISHERY FOR
TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN,
1967-1970**

**UN EXAMEN DE LA PESCA PALANGRERA JAPONESA DE
ATUNES Y PECES ESPADA EN EL OCEANO PACIFICO
ORIENTAL, 1967-1970**

by — por

CHIOMI SHINGU, PATRICK K. TOMLINSON AND CLIFFORD L. PETERSON

La Jolla, California
1974

CONTENTS — INDICE
ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
ABSTRACT.....	67
INTRODUCTION.....	67
ACKNOWLEDGMENTS.....	67
SOURCES AND PROCESSING OF DATA.....	63
RESULTS AND DISCUSSION.....	71
Expansion of fishing grounds, 1967-1970.....	71
Changes in the amount and distribution of effort.....	72
Changes in catch.....	73
Comparison of catches between areas east and west of 130°W.....	75
Distribution of fishing grounds by species and quarter.....	76
General trends in relative apparent abundance, 1967-1970.....	81
Effectiveness of longline fishing.....	84
Sexual maturity.....	87
Size composition.....	90
FIGURES — FIGURAS.....	97
TABLES — TABLAS.....	181

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
EXTRACTO.....	185
INTRODUCCION.....	185
RECONOCIMIENTO.....	186
ORIGEN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS.....	186
RESULTADOS Y DISCUSION.....	190
Expansión de las regiones de pesca, 1967-1970.....	190
Cambios en la cantidad y distribución del esfuerzo.....	190
Cambios en la captura.....	191
Comparación de las capturas entre las áreas al este y oeste de los 130°W.....	194
Distribución de las regiones de pesca, por especies y trimestre.....	195
Tendencias generales en la abundancia aparente relativa, 1967-1970.....	200
Eficacia de la pesca palangrera.....	204
Madurez sexual.....	206
Composición de talla.....	210
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	217
APPENDIX TABLES — TABLAS DEL APENDICE.....	222

A REVIEW OF THE JAPANESE LONGLINE FISHERY FOR TUNAS AND BILLFISHES IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN, 1967-1970¹

by

Chiomi Shingu², Patrick K. Tomlinson and Clifford L. Peterson

ABSTRACT

This report deals with the Japanese longline fishery for tunas and billfishes from 1967 through 1970, extending the studies made by Kume and Joseph (1969a, 1969b). The distribution of effort and catch is discussed and evaluated, and the changes in apparent abundance are examined. An analysis is made of the sexual maturity and size composition of the fish, and a brief comparison of the size composition of the catches from the longline and the surface fisheries is included.

INTRODUCTION

During 1967-1970 the Japanese longline fishery expanded throughout the entire eastern Pacific Ocean east of 130°W. The development of this fishery up to 1966 was analyzed by Suda and Schaefer (1965a), Kume and Schaefer (1966) and Kume and Joseph (1969a). The longline catches in this area consisted mainly of tunas until 1963, when the fishery was extended northward to areas where billfish were abundant (Kume and Joseph, 1969a). This trend continued in the following 4 years, *i.e.* 1967-1970.

In 1969, the highest fishing effort since this fishery began, about 67 million hooks, was expended in the eastern Pacific, but the resultant catch was only the third highest. In 1969 and 1970, new fishing areas were found in the southeastern Pacific and in the area off Colombia but this development did not result in any significant increase in the total catch.

The geographic distribution of fishing effort varied from year to year during the period 1967-1970, suggesting that in recent years the longliners have attempted to allocate their fishing effort more effectively within the existing grounds rather than to exploit new grounds.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to express their gratitude to Drs. O. Kibesaki and

¹This research was supported in part by the U. S. National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration.

²Present address: Far Seas Fisheries Research Laboratory, Shimizu City, Japan.

Y. Fukuda, former and present directors, respectively, of the Far Seas Fisheries Research Laboratory (FSFRL), Shimizu, Japan, for making it possible for the senior author to join the staff of the Inter-American Tropical Tuna Commission as a visiting scientist and for permitting us to use data collected by FSFRL personnel. We also wish to thank Dr. James Joseph, Director of Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission, who provided additional support for this research. We are also grateful to Dr. William H. Bayliff who reviewed the manuscript and made helpful suggestions for its improvement.

SOURCES AND PROCESSING OF DATA

The data used in this report were collected by the FSFRL from Japanese commercial and research longline vessels which operated in the area east of 130°W from 1967 to 1970.

The data include: (1) fishing effort in sets and hooks, and the number of fish caught by 1°-area, quarter of the year, and species; (2) body length and weight composition by area (5° latitude by 10° longitude), month and species; and (3) measurements of gonad weight and length of fish by area (5°x5°), month and species. The length-frequency and gonad data in this report extend from January 1967 through December 1970, partly overlapping the series presented by Kume and Joseph (1969a).

Methods of collection and processing of the data are essentially the same as those used by Suda and Schaefer (1965a), Kume and Schaefer (1966) and Kume and Joseph (1965a). The effort and catch data are summarized by 5° area, month, year and species (Anonymous 1969, 1970, 1971 and 1972a). The hook rate indicates the number of fish caught per 100 or 1,000 hooks. Sexual maturity of the tunas and billfishes dealt with in this report was determined by an analysis of gonad indices computed in the manner described by Kume and Schaefer (1966), *i.e.* the weight of both ovaries, in grams, divided by the cube of the fish length, in centimeters, and the result multiplied by 10⁴. The body length of the tunas is expressed by the fork length which is the distance from the tip of the upper jaw to the fork of the caudal fin. The body length of the billfishes is expressed by the eye-fork length which is the distance from the posterior margin of the eye cavity to the fork of the caudal fin. To convert body length into body weight, the length-weight equations described by Lenarz (*in press*) for yellowfin and by Kume and Shiohama (1964) for bigeye were employed. Relative fish abundance, shown by 5°-areas and by major species, is the product of the hook rate (catch per 100 hooks) and the 5°-area adjusted in accord with its latitudinal position. The division of the major areas (Fig. 1) and the nomenclature, both scientific and vernacular,

of tunas and billfishes are the same as those used by Kume and Joseph (1969a).

For the convenience of the reader, they are reproduced here:

NOMENCLATURE OF SPECIES

Spanish	Japanese	English	Abbreviation	Scientific
Atún aleta amarilla	Kihada	Yellowfin	YF	<i>Thunnus albacares</i>
Patudo	Mebachi	Bigeye	BE	<i>Thunnus obesus</i>
Atún albacora	Binnaga	Albacore	ALB	<i>Thunnus alalunga</i>

For billfishes we have chosen to follow the scientific nomenclature proposed by Nakamura *et al.* (1968):

Pez espada	Mekajiki	Swordfish	SW	<i>Xiphias gladius</i>
Pez aguja corta	Furaikajiki	Shortbill spearfish	SS	<i>Tetrapturus angustirostris</i>
Marlin rayado	Makajiki	Striped marlin	SM	<i>Tetrapturus audax</i>
Marlin azul	Kurokajiki	Blue marlin	BUM	<i>Makaira mazara</i>
Marlin negro	Shirokajiki	Black marlin	BKM	<i>Makaira indica</i>
Pez vela	Bashokajiki	Sailfish	SF	<i>Istiophorus platypterus</i>

For the purposes of this report, the general term billfishes is meant to include all of the above six species.

The type of fishing operation, size class and effort of longliners which fished in the eastern Pacific during 1967-1970 are shown in Table 1.

From 82 to 94% of the annual total effort was generated by large boats (more than 200 gross tons) based in Japanese ports. The logbook coverage for Japan-based boats of this size was 84% in 1967, 79% in 1968, 86% in 1969 and 98% in 1970 (Anonymous, 1969, 1970, 1971 and 1972a).

The use of squid, mackerel (*Scomber japonicus*) and jack mackerel (*Trachurus japonicus*) for bait has increased recently because of the short supply and rising cost of saury (*Cololabis saira*), the principal bait fish used by Japanese longliners in the past. No attempt has been made in this report to separate the catch and effort data on the basis of the type of bait employed.

To estimate the total catch by length group as used in the discussions and graphs, it was necessary to find a sampling model which would conform to the sampling methodology of the various programs from which the data were collected. Ideally, the sampling model should be chosen first, thus indicating the proper way to randomize selection of fish for measurement. However, even though the ideal procedure was not followed, the models used should be sufficiently robust and produce realistic results without serious bias.

Most of the analysis was done with a stratified two-stage model

(Cochran, 1964) which has been successfully adapted to other fisheries (Tomlinson, 1971). Within a stratum, the first-stage units were of unequal size selected with equal probability while the second-stage units were individual fish selected by simple random sampling. Both area and time were used for stratification. The within-stratum definitions are as follows:

N = number of first-stage units;

n = number of first-stage units sampled;

m_i = number of second-stage units (fish) sampled from first-stage unit i ;

y_{ijk} = 1 if fish is of length group k , and 0 otherwise;

$\bar{y}_{ik} = \sum_j^{m_i} y_{ijk} / m_i$ = fraction of sample i belonging to length group k ;

$w_{ijk} = AL_k^B$ if fish is of length group k , and 0 otherwise;

L_k = midpoint length for length group k ;

A, B = coefficients of weight-length curve;

$\bar{w}_{ik} = \sum_j^{m_i} w_{ijk} / \sum_j^{m_i} y_{ijk}$ = average weight per fish in length group k from sample i ;

$\bar{\bar{w}}_i = \sum_k \sum_j^{m_i} w_{ijk} / m_i$ = average weight per fish in sample i ;

M_i = number of second-stage units (fish) in first-stage unit i ;

W_i = total weight caught in first-stage unit i ;

$\hat{M}_i = W_i / \bar{w}_i$ = estimate of M_i (surface fishery);

$W = \sum_i^N W_i$ = total weight caught in stratum;

$M = \sum_i^N M_i$ = total number of fish caught in stratum;

$\hat{W} = M \sum_i^n M_i \bar{\bar{w}}_i / \sum_i^n M_i$ = estimate of W (longline fishing);

$$\bar{\bar{w}} = \frac{\sum_i^n \hat{M}_i \bar{w}_i}{\sum_i^n \hat{M}_i} = \text{estimate of average weight per fish caught in the stratum (surface fishery);}$$

$$\hat{M} = W/\bar{\bar{w}} = \text{estimate of } M \text{ (surface fishery);}$$

$$\bar{\bar{w}} = \hat{W}/M = \text{estimate of average weight per fish caught in stratum (longline fishery);}$$

$$Y_k = M \sum_i^n M_i \bar{y}_{ik} / \sum_i^n M_i = \text{estimated number of fish of length } k \text{ caught in stratum (longline fishery), or}$$

$$Y_k = \hat{M} \sum_i^n \hat{M}_i \bar{y}_{ik} / \sum_i^n \hat{M}_i \text{ (surface fishery).}$$

To obtain quarterly or annual totals, Y_k was summed across strata. For longline fishing, the monthly catch by subarea (Fig. 1) was used as a first-stage unit, and the strata were formed by grouping continuous month-subareas (with and without sampling). For surface fishing, the catch per trip by month and subarea (total area divided into 8 subareas) was used as the first stage and the strata were formed by grouping all trips (with or without samples) made to the same month-subarea.

This stratified two-stage model was used for longline catches of bigeye and yellowfin, and for surface catches (inside CYRA) of yellowfin. For all other species and areas, simple random sampling of individual fish within the strata was assumed. For longline fishing, catches by commercial boats are combined with the catches by research boats to obtain the total catches; however, all the length-frequency samples from longline fishing came from research boat catches. Only commercial boats contributed to the catch by surface fishing.

RESULTS AND DISCUSSION

EXPANSION OF FISHING GROUNDS, 1967-1970

The annual total effort from 1967 to 1970, expressed as the number of sets of gear within 1°-areas, is shown in Figures 2 a-d. The number of hooks per set has averaged about 2,200 in recent years (Joseph *et al.*, *in press*).

During 1967-1970, especially in 1969 and 1970, the longline fishery began to exploit two areas of the eastern Pacific more intensively, the

Panama Bight and the region east of 90°W and south of 5°S. As shown in a later section, the catches in the former are predominantly sailfish and the latter produces relatively high catches of bigeye tuna.

By 1970 the longline fishing grounds had expanded into nearly all of the tropical and temperate waters of the eastern Pacific (Fig. 2d).

CHANGES IN THE AMOUNT AND DISTRIBUTION OF EFFORT

In Figure 3 is shown the annual and quarterly fishing effort in numbers of hooks fished in the area east of 130°W during 1962 through 1970. In this figure, areas 1 to 18 (see Fig. 1 for the locations) were grouped into four large areas: (1) areas 1 through 6—the northern grounds, (2) areas 7 through 9—the northern equatorial grounds, (3) areas 10 through 12—the southern equatorial grounds and (4) areas 13 through 18—the southern grounds.

Fishing effort up until 1966 was described by Suda and Schaefer (1965a), Kume and Schaefer (1966) and Kume and Joseph (1969a). In the following years the total number of hooks increased from about 42 million in 1967 to 67 million in 1969 and then decreased to 52 million in 1970.

Effort in 1969 was the highest since the beginning of the longline fishery in the eastern Pacific. Effort in the northern and southern hemispheres was about the same in 1967 and 1970. During 1968 especially, and in 1969 to a lesser extent, effort was more intense in the northern hemisphere. Of the four large areas shown in Figure 3, effort was greatest in most years during 1967-1970 in the northern equatorial grounds (areas 7 to 9) while the southern equatorial grounds (areas 10 to 12) were second in terms of amount of effort. The quarterly distribution of effort (Fig. 3) changed in 1967-1970 compared with 1964-1966. Kume and Joseph (1969a) showed that effort in the equatorial region during 1964 through 1966 was more intense in the first and second quarters than in the other two. From 1967 to 1970, however, effort was generally most intense during the last two quarters of the year, especially in the northern equatorial grounds. This change in effort in the equatorial region affected the quarterly pattern of effort of all the areas combined (Fig. 3).

The fishing effort in number of hooks by 5°-area and year is summarized in Figure 4, in addition to Figure 2. Effort is shown as a ratio of the number of hooks fished in each 5°-area to the total number of hooks fished in the period 1967 through 1970 combined. Generally effort was heavily concentrated in about four regions (Figs. 2 and 4): (1) the area around southern Baja California and the nearby mainland of Mexico, (2) the area from Ecuador out to about 105°W, (3) the area west of about 105° or 110°W and between 5° and 10°S, and (4) the area bounded by 10°-15°S

and 90°-105°W. Again, it can be seen that effort in 1967 was distributed rather evenly between the two hemispheres. Effort in 1968 was concentrated intensively in the northern hemisphere, especially in areas 3, 5 and 6 of the northern grounds. This northward concentration of effort was associated with the development of the billfish fishery off Mexico. The areas of most intensive effort shifted from the northern grounds to the southern equatorial grounds and the eastern part of the northern equatorial grounds during 1969. The number of hooks used in area 9 during 1969 was about 20 million, *i.e.* about 30% of the total. The distribution of effort for 1970 was similar to that in 1967. The number of exploited 5°-areas was 108 in 1967, 134 in 1968, 116 in 1969 and 119 in 1970.

CHANGES IN CATCH

The annual catches by the longline fishery are summarized, by species, in Figure 5 a-b and Appendix Tables 1 and 2. During 1967 and 1970 the total number of fish caught was the highest (about 1,600,000 fish) during 1969 and the lowest (1,150,000 fish) during 1970. The total catch was nearly the same in 1968 and 1969, but the species composition in the two years was very different. In 1968, the dominant species in the catch was sailfish (including shortbill spearfish) and striped marlin, but bigeye and yellowfin tuna were dominant in 1969. (Howard and Ueyanagi (1965); Shiohama (1969); Kume and Joseph (1969a) and Joseph *et al.* (*in press*) suggested that most shortbill spearfish is taken from oceanic areas far from the sailfish grounds, and that catches of shortbill spearfish are quite small.) It seems likely that this difference is due to the change in geographic allocation of fishing effort between 1968 and 1969 (Figs. 2 and 4). The billfishes constituted about 50% of the total catch in 1967 and 1970.

Beginning in 1967, the catch of albacore has decreased such that this species has become only a minor component of the total catch. The catch of bigeye dramatically increased from 300,000 fish in 1967 and 1968 to 600,000 fish in 1969, principally due to the good catches in area 9, and then declined in 1970 to its former level. In both 1968 and 1969 about 310,000 yellowfin were taken, which is the largest amount since 1964. The catch of billfishes in 1968 was the best since the longline fishery began in this area. As mentioned by Kume and Joseph (1969a), striped marlin and sailfish are the major component of the billfish catch. The catch of these two species was between 420,000 and 700,000 fish during 1967-1968, accounting for about 40 to 50% of the entire longline catch. Since 1969, the catches of swordfish have become more important than before, equaling or exceeding the albacore catch.

Annual changes in the total weight of the catch seem to depend on the species composition (Fig. 5). For example, during 1968 the total weight of the catch, which included many billfish, was considerably less

than that of 1969, while the total number of fish caught in each year was about the same. The annual weight of the catch will also be affected, of course, by changes in the mean body weight, even in the same species. On the other hand, the total weight of the catch in 1967 and 1970 was about the same because the species composition in terms of numbers of fish was about the same in the 2 years.

The changes in species composition of the catch are most likely related to the abundance of the fish and the distribution of effort. To examine changes in annual catch and species composition, in connection with the geographic distribution of fishing effort, we prepared Figure 6, in which the number of fish caught is shown by major area, species and year, 1967 to 1970.

1) The northern grounds (areas 1-6):

It is clear from Figure 6 that these fishing grounds, especially areas 3, 5 and 6, are predominantly billfish areas. Areas 3 and 5 produced a large number of striped marlin representing from 38 to 56% of the total catch of this species taken from the entire region. The principal sailfish catch, about 37 to 53% of the total from the eastern Pacific, came from area 6. The swordfish catch was higher in area 3 than in the other areas of this region. The catches of tunas were negligible on the northern grounds. The total catch of tunas and billfishes was unusually high in areas 3, 5 and 6 during 1968 when much effort was expended in these areas, as noted previously. The fishing effort and catch in areas 1, 2 and 4 were remarkably small although Kume and Joseph (1969a) showed that fairly good catches of yellowfin and bigeye were made in these areas during 1964-1966.

2) The northern equatorial grounds (areas 7-9):

Area 9 was the most important fishing ground in the northern equatorial region, as well as in the entire eastern Pacific, during 1967-1970, both for tuna and billfish. The annual catch of all species taken in area 9 increased from 230,000 fish in 1967 to 520,000 fish in 1969, but decreased to 26,000 fish in 1970; the annual variations in catch closely follow those of effort (Fig. 2). It is also interesting to note that the catch of swordfish in area 9 increased greatly in 1969, becoming the third most important species, followed by bigeye and yellowfin. However, except for 1969, sailfish (including shortbill spearfish) was the dominant species in the annual catches of area 9. The bigeye catches in area 9 followed closely the annual variations in catch observed for the total catch of this area. The yellowfin catches in area 9 were around 100,000 fish in 1968 and 1969, four or five times as many as those for other years. The annual combined catches in areas 7 and 8 are much less than those in area 9. The proportion of billfish in the catches from the three areas of the equatorial region decreases progressively from east to west.

3) The southern equatorial grounds (areas 10-12):

Areas 10 and 11 are important fishing grounds for tunas; the species composition of the catches in these two areas is quite similar. Small amounts of albacore were taken in areas 10 and 11 compared with area 12, where this species was fairly important in the total catch. The geographic pattern of billfish catches in areas 10, 11 and 12 is similar to that of the northern equatorial grounds. The catch of bigeye tuna in all three areas (10, 11 and 12) was highest in 1969, as it was in the northern equatorial grounds.

4) The southern grounds (areas 13-18):

Albacore was the dominant species in areas 13-17 during the 1956-1966 period (Suda and Schaefer, 1965a; Kume and Schaefer, 1966; Kume and Joseph (1969a). This was also apparent during 1967-1970 (Joseph *et al.*, *in press*). The hook rates for bigeye in the eastern portion of areas 15 and 18 (*i.e.* the newly exploited areas east of 90°W) were relatively high (Kume and Joseph, 1969a; Joseph *et al.*, *in press*). Judging from the species composition of the catch and the distribution of effort in areas 15 and 18, it appears that more longline effort was exerted on bigeye and yellowfin than on albacore. The catch from the newly-exploited area 18 did not result in an increase of the total catch in the eastern Pacific.

COMPARISON OF CATCHES BETWEEN AREAS EAST AND WEST OF 130°W

In Figure 7 is shown the Japanese Pacific longline catch in numbers of tunas and billfishes caught east and west of 130°W from 1962 to 1970, based on data from Anonymous (1972a). While the species composition of the total catch is influenced to some degree by the geographic allocation of the fishing effort, it gives some idea of the relative importance of the eastern Pacific longline grounds.

During 1962-1970, Japanese longline catches from the entire Pacific decreased from about 9,000,000 fish in 1963 to only about 5,000,000 fish in 1970. Of this total catch, tunas and billfishes from the eastern Pacific averaged about 20% of the total for the entire period; however this share was 18% for 1962 through 1966 and 22% for 1967 through 1970. Since 1964, about half of the total catches of billfishes have come from the area east of 130°W, whereas the catch of tunas in the eastern Pacific accounted for only about 15% of the total catch of these species during recent years.

Among the tunas of the eastern Pacific, bigeye has contributed much more of the total longline catch made in the Pacific than other species. About 20 to 35% of the total bigeye catch in the Pacific was taken east of 130°W during 1962-1970. The longline catch of yellowfin in this area represented 10% of the total longline catch of this species during 1962-1966,

and then increased to about 16% as the total catch rapidly declined. The share of albacore from the eastern Pacific varied between 3% and 15% of the longline catch of this species in the entire Pacific. Since 1964, when the northward expansion of the Japanese longline grounds in the Pacific began, sailfish and striped marlin in this region have contributed substantially to Japanese billfish catches (Kume and Joseph, 1969a). Of the total catches of these species in the longline fishery, 70 to 90% of the sailfish and 40 to 70% of the striped marlin were caught in the eastern Pacific during the last several years. Until 1968 most of the swordfish catch was made in the area west of 130°W. However, in 1969 and 1970 the percentage of swordfish taken in the eastern Pacific was 40% and 34%, respectively. The major fishing grounds for blue marlin and black marlin seem to be located in the area west of 130°W.

In summary, the longline catch of tunas and billfishes from the eastern Pacific has remained fairly constant from 1962 through 1970, whereas that of the Pacific Ocean west of 130°W has progressively declined.

DISTRIBUTION OF FISHING GROUNDS BY SPECIES AND QUARTER

Since the number of hooks used in a single set of longline gear is not constant, the hook rate serves as a better estimate of catch per unit of effort than catch per set. Therefore, if the seasonal change in availability of the fish is small, the areal distribution of hook rates would be useful for examining changes in fish distribution and the abundance of longline fishery stocks. In Figure 8 a-g, the average quarterly hook rates within 1° areas for 1967-1970 combined represent the catch per 1000 hooks as employed by previous workers (Suda and Schaefer, 1965a; Kume and Schaefer, 1966; Kume and Joseph, 1969a). The quarterly hook rates for each species are discussed below.

Albacore

The major fishing grounds for albacore are found in the southern grounds south of 10°S (Fig. 8a, 1-4). Catches in the area north of 5°S are quite sporadic. In previous studies of the Japanese longline fishery in the eastern Pacific, investigators have noted that there are two zonal bands of albacore distribution (at about 16°-20°S and 25°-30°S) which extend in an east-west direction, and that albacore in the northern zonal band appear to move slightly northward during the second and third quarters. These two zonal bands of albacore distribution have also been noted in the area west of 130°W (Koto, 1966). The two zonal bands are evident, at least in the last three quarters of the year, in our data for 1967 to 1970. There is also some indication of a northward shift in albacore distribution in the northern zonal band during the second and third quarters. The hook rates in the eastern portion of the northern zonal band were higher in the third and fourth quarters, as noted also by Kume and Joseph (1969a).

There are some interesting differences in albacore hook rates between our study and that of Kume and Joseph (1969a). In the latter study, the albacore hook rates in the southern zonal band during the third and fourth quarters were highest in the western area, whereas in the present study they are highest in the eastern area during the same periods. The albacore in the southern zonal band are mainly young fish (see page 90).

The other new development of note during the 1967-1970 period was the albacore catch east of 90°W, probably associated with the expansion of the bigeye and yellowfin fishery into that area.

Bigeye

This species is caught principally south of 10°N. The small area of concentration between about 20° and 35°N, just east of 130°W, also mentioned by Kume and Joseph (1969a), corresponds to the eastern edge of a widely distributed area of bigeye in the North Pacific Current (Kume, 1969).

In Figures 8b (1-4) are shown the two principal areas of distribution. One of them lies in the area from 130°W and 2° to 9°N to the coasts of Colombia, Ecuador and northern Peru, and the other extends in the form of an arc from 130°W and 0° to 12°S to about 30°S and 80° to 90°W. It appears that bigeye are most abundant in the area off Ecuador and northern Peru and along the equator during the third and fourth quarters, although the abundance is relatively high in this area throughout the year. In the newly-exploited area south of 10°S and east of 90°W, high concentrations of bigeye occur in the last two quarters of the year.

It is probable that bigeye do not occur in large numbers in the Peru Current, the waters of which divide the two large equatorial areas of bigeye concentration mentioned above, particularly in the eastern portion; however the amount of effort expended in this area is quite limited.

Yellowfin

The areas of greatest yellowfin abundance are generally located somewhat north of those for bigeye (Fig. 8c, 1-4).

The expansion of the longline fishery into the eastern portions of the eastern Pacific fishing grounds north of the equator during 1967-1970 is reflected in the large catches of yellowfin east of 100°W, between about 6° and 12°N, in every quarter but the third. It is noteworthy that the yellowfin catches in this latitudinal band during the third quarter were poor not only east of 100°W but west of that longitude as well; this situation is also evident in the data presented by Kume and Joseph (1969a) for 1964-1966.

In the area between 105°-130°W and 0°-10°N, yellowfin were found

in greater abundance during the first and second quarters of the years 1967-1970 than during the last two quarters.

In the southern hemisphere, the quarterly pattern of yellowfin hook rates in 1967-1970 was similar to that of 1964-1966, *i.e.* the areas of highest abundance in the first half of the year were located in the equatorial zone, whereas in the last two quarters they were considerably farther south. The new fishing grounds east of 90°W and south of 5°S were particularly productive in the third quarter.

It is interesting to note that the area of highest yellowfin hook rates in 1967-1970, *i.e.* between about 6°-12°N, is also one of the most important areas for yellowfin caught by purse seiners (Calkins and Chatwin, 1971).

Swordfish

Beginning in about 1963, Japanese longline vessels began making special night-time sets with gear specifically rigged for swordfish; squid was used as bait rather than saury or other baitfish which are used in day-time sets. Thus it was possible to distinguish these special sets by noting the type of bait used. In recent years, however, this distinction has been clouded by the increasing use of squid for bait in ordinary (day-time) sets. Thus the hook rates shown in Figure 8d (1-4) include both types of sets. The resulting bias is probably not great enough to affect our conclusions.

The distribution of swordfish catches (without reference to abundance) in 1967-1970 in the area between 10°N and 35°S is remarkably similar to that of bigeye (Fig. 8b, 1-4).

The areas of greatest abundance during 1967-1970 did not differ significantly from those of former studies. The areas of highest concentration were found off Baja California and the Mexican mainland about 20°-28°N, around the Galapagos Islands and off the coasts of Ecuador and Peru. In the area off Mexico, hook rates were highest in the fourth quarter and then lessened progressively from the first through the third quarter. The swordfish hook rates off Ecuador and the Galapagos Islands remained fairly constant throughout the year. Kume and Joseph (1969b) have pointed out that swordfish in areas of high abundance are generally sexually immature.

The hook rates in 1967-1970 differ from those of former years in that (1) some good catches of swordfish were made in the first quarter off the coast of Colombia in 1967-1970 (this may indicate a slight northerly migration in the first quarter), and (2) the area over which swordfish were captured in the period 1967-1970 seems to be more wide-spread than in former years.

Striped marlin

The area of greatest abundance of this species in the eastern Pacific is located off Mexico and Central America from about 10° to 27°N and east of about 120°W (Figs. 8e, 1-4). During 1967-1970 the quarterly pattern of hook rates in this area was quite similar to that noted by Kume and Joseph (1969a) for 1964-1966 and by Joseph *et al.* (*in press*) for the period 1956-1970. One point of difference is that the data for the earlier period show fairly substantial hook rates in the last two quarters in the area between 120°-130°W and 14°-22°N which do not appear in the present study. The concentration of striped marlin off Mexico and Central America was smallest in terms of geographic area and catch during the first quarter; most of the catch during this period came from the mouth and southern part of the Gulf of California. During the second quarter the fishery for this species expanded rapidly, particularly along the coast of the Mexican mainland as far south as the Gulf of Tehuantepec. The fishing area reached its greatest size in the third quarter, extending to about 10°N; also the fishing off Baja California, Mexico, became highly developed during this quarter. In the fourth quarter the area of the fishery decreased substantially, particularly along the southern Mexican coast; the striped marlin fishery in the area of the Gulf of Tehuantepec and south to 10°N reached its lowest point during this quarter.

The seasonal changes in hook rates for striped marlin south of 10°N during 1967-1970 are not as well defined as in 1964-1966 (Kume and Joseph, 1969a) and in 1956-1970 (Joseph *et al.*, *in press*) but are basically in accord. The hook rates of striped marlin in the area between the Galapagos Islands and Ecuador in 1967-1970, however, were highest in the first two quarters of the year, whereas in 1964-1966 they were highest in the fourth quarter. The fish in this area appear to shift southward during the second quarter of the year. Striped marlin were fairly abundant in the area west of 90°W between about 5°-17°S during the first two quarters of the year; a smaller area of abundance was located west of 110°W at about 20°S.

The zonal band of relatively high abundance of striped marlin during the first and fourth quarters between about 20°-30°S noted by Kume and Joseph (1969a) for 1964-1967 can be seen in the present data, although not as clearly as in the earlier period.

Blue marlin

Blue marlin has never contributed very substantially to the total catch of the longline fishery in the eastern Pacific. Although this species is widespread in the eastern Pacific, the only area producing good catches is that between about 15°-27°S, west of 105°W; the catches in this area are quite high in the first quarter and, to a much lesser extent, in the fourth quarter (Fig. 8f, 1-4).

Data on the hook rates of blue marlin during 1967-1970 differ from those of earlier years in two areas: (1) expansion of the fishery into the Panama Bight in recent years resulted in fairly good catches there, especially in the third and fourth quarters; (2) the catches along the southern coast of Mexico and immediately south of the Gulf of Tehuantepec in the second and third quarters of the period 1967-1970 were notably better than in the earlier years.

Sailfish and shortbill spearfish

The distribution of the hook rates for sailfish and shortbill spearfish are shown combined in Figure 8g (1-4) because most commercial longline vessels do not distinguish between the two species in their logbooks. However, Kume and Joseph (1969a) and Joseph *et al.* (*in press*) have shown that all of the catches north of 10°N and those within several hundred miles of the coast elsewhere are essentially sailfish, while those catches seaward of a diagonal line drawn from the intersection of 130°W and 0° to 90°W and 15°S consist principally of shortbill spearfish.

On this basis it can be seen from Figure 8g (1-4) that sailfish occur abundantly throughout the year along the coast from central Mexico to Colombia, although seasonal changes in the hook rates take place within and immediately adjacent to this area. In the first quarter for 1967-1970, the sailfish catches were restricted largely to the area south of 20°N, whereas in the other quarters of the year they extended northward to about 26°N. The catches of sailfish in the Panama Bight were good in every quarter but the second; the third and fourth quarters were particularly productive in this area. In the fourth quarter the area of good sailfish fishing along Mexico and Central America was much more restricted to the coastal areas than in the other quarters of the year, unlike the situation in 1964-1966. Finally, it is noted that the center of sailfish abundance in the area off Mexico and Central America seemed to shift to the southeast during the second and third quarters.

Shortbill spearfish are distributed rather widely in the southwest portion of the fishery, without any apparent areas of high abundance. This species is more abundant south of 20°S in the first and fourth quarters than in the others.

Summarizing the discussions given above for each species, the general distribution of tunas and billfishes during 1967-1970 was quite similar to that reported by Kume and Joseph (1969a) for 1964-1966. It is obvious that the newly-exploited areas off Guatemala to Colombia are important sailfish grounds whereas bigeye and albacore predominate in the new areas south of 5°S and east of 90°W. In the cool waters off Chile and southern Peru, distribution of tunas and billfishes seems to be sporadic, although it should be pointed out that longline effort is quite light in this region. Thus

in recent years the longline fishery appears to have been extended to the point that it now occupies rather completely the more productive fishing areas of the eastern Pacific.

GENERAL TRENDS IN RELATIVE APPARENT ABUNDANCE, 1967-1970

In studies of the longline fishery, hook rates have been used as one of the measures of relative abundance of fish, and they appear to identify good fishing areas fairly well. This means that the hook rate reflects changes in the relative abundance fairly well, at least for available stocks, although this method is quite empirical. If the availability of fish occurs randomly the mean hook rates obtained from the data over a long period of time would be good estimates of the average relative abundance. When the availability and distribution of the fish or the effort change by areas, the resulting bias on relative abundance can be reduced somewhat by stratifying the fishing grounds.

In this report we compared the changes in average quarterly hook rates by area and major species (Fig. 9 a-f). The hook rates are given as the catch per 100 hooks.

Albacore

In areas 13 through 16 of the southern grounds hook rates were generally higher in the first two years of 1967-1970 than in the last two years. In the other areas there were no discernible annual trends, and the hook rates were quite low except for 1970. The highest hook rates occurred in area 16, whereas they were highest in area 13 during 1964-1966 (Kume and Joseph, 1969a). No regular seasonal changes in hook rates are evident in any of the two areas except that, as a whole, the annual hook rates were relatively higher during the third quarter in 1970. Compared with 1964-1966, the level of annual hook rates during 1967-1970 was obviously lower.

Bigeye

Figure 9b shows the average quarterly hook rates in the areas south of 10°N (areas 7 through 18). The seasonal pattern of fluctuations in hook rate is most variable in the easternmost areas, where higher hook rates occurred during the last half of the year. On the other hand, in the westernmost areas the hook rates were higher during the first two quarters, although the pattern of seasonal fluctuations is not as clear as in the eastern areas. These seasonable changes in hook rates indicate an east-west movement of bigeye among the areas. This pattern of seasonal fluctuations in hook rate agrees quite well with the results reported by Kume and Schaefer (1966) and Kume and Joseph (1969a).

During 1967-1969 there were no large changes in hook rates. During 1970, however, the hook rates decreased slightly as a whole, especially in

the eastern areas. In the newly exploited areas (15 and 18) the hook rates were higher during 1968 and 1969, but declined during 1970 to the same level as in the other areas.

In order to compare the apparent abundance for 1967-1970 with that for the years before 1966, the relation between effort and catch for the major areas (7 through 12) is shown in Figure 10 (upper panel). It appears that the relation between effort and catch can be divided into two periods, from 1956 through 1963, and from 1965 through 1970. The former is the period when the fishery was developing and the hook rates were high (between about 2.0 and 3.0), whereas during the latter period, following full development of the fishery, the hook rates were at a low level (about 1.0 or less).

If there is an equilibrium relationship between effort and catch in the eastern Pacific, the catches should fluctuate around some average level when effort remains the same over a long period of time. This appears to have occurred during 1965 through 1968. In other words, it would appear that catches the size of those made in 1964 or 1969 are not sustainable. However, as pointed out by others (Kume and Joseph, 1969a; Kume, 1969; and Suda *et al.*, 1969), to understand the dynamics of the bigeye fishery in the eastern Pacific it will be necessary to establish more clearly the relationship of the stock or stocks in the eastern Pacific to those farther west.

Yellowfin

As a general rule, the hook rates for yellowfin are higher during the first or second quarters in the northern hemisphere and during the third and fourth quarters in the southern hemisphere (Fig. 9c). However, seasonal changes in hook rate are rather irregular in the northern hemisphere. The annual hook rates were highest during 1968 in nearly all of the areas. A rapid decrease in the hook rate is observed in the major yellowfin grounds, including areas 8 and 9, from 1968 to 1970. In area 15, a new fishing ground, relatively high hook rates occurred during 1967 and 1968, but decreased rapidly during 1969 and 1970. In general the level of hook rates in the eastern Pacific during 1967-1970 appeared to be the same or slightly lower compared with that reported by Kume and Joseph (1969a) for 1964-1966.

Figure 10 (lower panel) shows the relationship between effort and catch for major areas of the fishery from 1956 to 1970. The relationship is quite different from that of bigeye in the later years. For example, the catch in 1968 increased by 1.5 times that of 1967 but the fishing effort in these two years was nearly the same. Also, during 1969 the fishing effort increased rapidly but the resultant catch increased only slightly. These examples suggest that the availability or recruitment of fish to the long-line fishery is variable.

A study of the yellowfin longline fishery must take into account two problems. The first is that of population structure, *i.e.* the relationship between the fish exploited by the longline and surface fisheries. Previous investigators (Suda and Schaefer, 1965a; Kume and Schaefer, 1966; and Kume and Joseph, 1969a) suggested that the longline and surface fisheries both fish, to a substantial degree, the same yellowfin stock in the eastern Pacific Ocean. The relationship between effort and catch in the years 1967-1970 (Fig. 10) seems to support this view. However, it is also interesting to note that the existence of genetically and morphologically different groups within the eastern Pacific is suggested by recent studies (Anonymous, 1973a).

The second problem involved in studies of the yellowfin longline fishery is that of an evaluation of the efficiency of longline *versus* surface fishing gear, since these two gear types will probably affect the stock in different ways.

Swordfish

In this paper we discuss swordfish hook rates for the coastal areas only (areas 3, 6 and 9) because swordfish catches are not significant in the other areas. Swordfish is probably the only species which shows an upward trend in hook rates during recent years in the eastern Pacific longline fishery (Fig. 9d). The hook rates off Baja California (area 3) show a consistent upward trend from about 1.5 in 1967 to about 3.5 in 1970. There is a regular seasonal pattern in which the hook rates are highest during the second quarter. The hook rates were lowest in area 6, although there is evidence of a slight upward trend. In area 9 the hook rates increased rapidly during 1969 and the first half of 1970.

The annual changes in hook rate described above for 1967-1970 coincide closely with the results of Joseph *et al.* (*in press*) who showed the hook rates for an area a little larger than that of our study. Joseph *et al.* (*in press*) mentioned that the upward trend in swordfish hook rate as a whole was probably due to increased efficiency as a result of more "night sets" and concentration of effort on more productive swordfish grounds. Before making detailed studies it will be necessary to analyze the data in terms of bait used as well as set time, because of the increased use of mixed bait fishes in recent years.

Striped marlin

The hook rates are highest and the most stable in areas 3 and 5 of the northern grounds, but there is a decreasing trend in area 6 (Fig. 9e). In areas 8 and 9 of the northern equatorial grounds the hook rates are relatively low and stable. In the southern equatorial and southern grounds the hook rates show a slightly decreasing trend as a whole, especially in the eastern part (areas 12 and 15).

There are obvious seasonal changes in hook rates in the higher latitudinal areas. In general it appears that the hook rates are higher during northern summer for areas 3, 5 and 6, and during southern summer for areas 12, 14 and 15.

In contrast to the years 1964-1966 described by Kume and Joseph (1969a), there were no substantial decreases during 1967 through 1970. Joseph *et al.* (*in press*) noted also that the annual level of hook rates of striped marlin has been nearly constant for the eastern Pacific as a whole since 1965.

The eastern Pacific is probably the most important fishing ground in the world for the striped marlin longline fishery. During recent years the longline catch of this species from the eastern Pacific has averaged about 57% of the total Pacific catch (Fig. 7 b) and about 46% of the world catch (Anonymous, 1973b). Detailed examination of the relationship between striped marlin of the eastern and western Pacific should be given high priority.

Sailfish and shortbill spearfish

The discussion of apparent abundance will be limited here to sailfish. As noted previously, most sailfish are caught in coastal areas where shortbill spearfish do not occur. Therefore Figure 9 f, in which the hook rates are shown for the coastal region (areas 3, 5, 6 and 9), reflects the apparent abundance for sailfish only.

The hook rates reach the highest levels (5 to 6 fish per 100 hooks) by far in area 6 where the apparent abundance is seasonal, *i.e.* generally higher during the northern winter. Area 9 had the next-highest hook rates and the same seasonal pattern as that of area 6. In area 3 the hook rates were higher during the northern spring or summer. No clear seasonal change in hook rate is evident in area 5 because of the very low abundance of fish, except in 1967.

The hook rates in area 6 appear to have declined slightly during 1967-1970. In area 9 the hook rates decreased rapidly from about 1.5 during 1967-1968 to about 0.5 during 1969-1970, when a large amount of effort was expended in this area (Figs. 2 and 4). The level in annual average hook rate was nearly constant in area 3 during the study period.

Since sailfish seem to concentrate rather heavily in a relatively small area this species may be affected more severely than other species by concentration of effort.

EFFECTIVENESS OF LONGLINE FISHING

The effectiveness of fishing effort on a stock must be different among given areas of the longline fishery since the fish and the effort are not distributed uniformly on the fishing grounds. In other words, in the areas

of greater fish abundance one can catch more fish; thus fishing effort will affect the stock more intensively in such regions.

If the hook rate (C_i/X_i) , where C and X_i indicate the number of fish caught and hooks used respectively in the i th area, accurately reflects the fish density in a given region, then the hook rate multiplied by a given area of the region $(C_i A_i/X_i)$, where A_i represents an index of the geographical extent of the i th area (A unit equals an area of $5^\circ \times 5^\circ$ along the equator (Honma *et al.*, 1971)), excluding the land, would be an index of the

abundance of fish at that time. Therefore $\sum_{i=1}^n (C_i A_i/X_i)$ is the total

abundance of fish and $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (C_i A_i/X_i)$, where N is the number of unit

areas fished, is an index of the average number of fish per unit area.

If $C_i A_i/X_i / \frac{1}{N} \sum (C_i A_i/X_i)$ is a valid index of the relative abundance (r_i) of fish at that time, the areas where r_i is greater than 1 will be more productive on the average (Shiohama, 1971). Therefore a comparison of r_i and fishing effort may suggest how successfully the longliners concentrate their effort on the fish.

Figure 11a-f shows the distribution of fishing effort in relation to the magnitude of r_i , by 5° area and year, within the region south of 30°N and north of 35°S . The fishing effort in each 5° area is expressed as the percentage of the total effort for 1967-1970. Black and white circles in the figures show $r_i \geq 1$ and $r_i \leq 1$ respectively, and the amount of effort is shown by the size of the circle, which is the same as those in Figure 4.

Albacore

It is obvious from Figure 11a that the longliners did not concentrate their effort on this species during 1967-1970. Probably their fishing effort in the eastern Pacific did not affect the albacore stock significantly.

Bigeye

The fleet was able to concentrate effort effectively on bigeye in the equatorial zone in each of the 4 years (Fig. 11b). The fishing effort for bigeye was especially intensive in 1969. Also, the newly exploited grounds south of 10°S and east of 90°W proved to be quite productive for bigeye. It appears that the longliners are unable to fish effectively for both albacore and bigeye in the same areas of the eastern Pacific.

Yellowfin

Except for the area immediately adjacent to Ecuador, the distribution of productive yellowfin areas (Fig. 11c) was similar to that of bigeye areas

during 1967-1970. That indicates that generally longliners can fish effectively on these two species at the same time. However, it is noted that the longliners failed to concentrate on the areas between 5° and 10° N where high hook rates were observed for yellowfin (Fig. 8c, 1-4).

Swordfish

Swordfish are generally found in abundance in the areas off Baja California and central Mexico, and off Ecuador (Kume and Joseph, 1969a and Joseph *et al.*, *in press*). The fact that the largest catch was made during 1969 is probably due to the intensive concentration of fishing effort in the areas off Ecuador (Fig. 11d).

Striped marlin

The areas of highest abundance of striped marlin occur in the coastal waters along southern Baja California through southern Mexico, off Ecuador and northern Peru and in the region between 5° - 10° S and 95° - 105° W. The largest catch of this species during the 4-year period was made in 1969 (Fig. 11e), corresponding with the heavy expenditure of effort in the fishing grounds off Mexico.

Sailfish and shortbill spearfish

The most abundant areas of sailfish and shortbill spearfish are located along the coastal waters from Mexico to Ecuador. During 1968 fishing effort was concentrated heavily in these areas (Fig. 11f) so that the resulting catch was the largest of the 4-year period.

In Figure 12 is shown a comparison, by area and year, between the total number of hooks used and the effective effort (in numbers of hooks) for yellowfin and bigeye during 1967-1970. The effective effort was estimated according to Shiohama's (1971) method, *i.e.* effective effort equals the total effort adjusted by the ratio of relative fish abundance in a given area to the average abundance for the whole region.

The effective effort for bigeye was always higher than the number of hooks used in the areas south of 10° N, especially in areas 7 through 11. In the new fishing grounds (areas 15 and 18), the effectiveness of effort was relatively higher during 1968-1969 than in the other two years. The annual ratio of the total effective effort to the number of hooks used for bigeye increased sharply from around 1.0 during 1967-1968 to about 1.35 during 1969-1970. This suggests that the increasing rate of bigeye catch for 1969, compared with the increase of effort, was less than that expected from the relationship between the catch and the number of hooks used; *i.e.* the productivity of the stock was lower than would be inferred by Figure 10.

The effective effort for yellowfin is also generally higher than the number of hooks used in the equatorial areas. The catch in area 9 was

nearly the same in 1968 and 1969 (Fig. 6); the former was due to the high effectiveness of effort, whereas the latter was due to the large amount of effort itself. The annual ratio of effective effort to the number of hooks has decreased gradually from 1.10 during 1967 to 0.99 for yellowfin during 1970.

SEXUAL MATURITY

The gonad indices were summarized within strata of 5° areas and quarters, and grouped within three categories.

Albacore

The relationship between gonad weight and body length for male and female albacore is shown in Figure 13. The samples were obtained from the areas south of 5°S during August through December of 1967-1970.

Otsu and Hansen (1962) and Ueyanagi (1969) suggested that albacore from the central south Pacific over 85-90 cm long are probably adults and that they spawn during the southern summer between 10° and 20°S. They also mentioned that mature gonads of both sexes weigh more than 150 g. Based on their study, albacore from the southeastern Pacific seem to be sexually immature. There are not enough samples to determine if there are seasonal variations in maturity.

Bigeye

The monthly composition of gonad indices of female bigeye in areas 7 through 12 combined, for all years, is shown in Figure 14. On the basis of studies by Kikawa (1966) and Kume and Joseph (1969a) we have assumed that all bigeye with a gonad index of 3.1 or greater are nearly ready to spawn. It appears from the figure that bigeye spawning occurs throughout the year in the equatorial waters of the eastern Pacific. Although there is no clear pattern of seasonal change in gonad index composition, it seems that spawning activity is slightly greater during the first half of the year.

The distribution of gonad indices for female bigeye is shown in Figure 15 by 5° areas and quarters for 1967-1970 combined. The 24°C isotherms (from Wyrski, 1964) in the figure pertain to the month in which the largest sample was obtained. Ueyanagi (1969) showed that most tuna larvae do not occur in waters of less than 24°C and he postulated that this is probably the lower limit of water temperature for spawning. If this assumption is correct the spawning grounds of bigeye should be widest during the first half of the year when warmer water spreads over a wide region of the eastern Pacific (Wyrski, 1964). Also, one would expect that during the last half of the year spawning would be minimal in the waters of the southern hemisphere, most of which are colder in this season. Our data seem to conform reasonably well to these expectations. The bigeye

caught south of about 20°S may be juveniles or feeding adults. Although very few data are available for the areas north of 20°N, it is unlikely there is spawning in this area. Kume and Joseph's (1969a) data on bigeye spawning in this area are in agreement with those of the present study.

Yellowfin

In Figure 16 the monthly composition of gonad indices for female yellowfin is shown in the same way as for bigeye tuna. On the basis of studies by Kikawa (1966), Orange (1961) and Kume and Joseph (1969a), we assume that female yellowfin with a gonad index of 2.0 or greater are nearly ready to spawn.

Yellowfin appear to spawn in the equatorial waters throughout the year, although spawning activity seems to be highest in the first half of the year.

The quarterly distribution of gonad indices (Fig. 17), is very similar to that of bigeye, *i.e.* yellowfin spawning seems to occur over a wide band from 10°N to 10°S during the first and second quarters, whereas during the third and fourth quarters spawning occurs principally in the area between 0° and 10°N. The 24°C surface isotherm seems to be a fairly good indicator of the northern and southern limits of the spawning area.

Orange (1961) and Klawe (1963) showed that there are seasonal and areal differences in yellowfin spawning activity in the coastal region from central Mexico to the equator. The data used here, however, are not adequate to analyze spawning in the coastal areas.

The relationship between gonad index and body length for male and female yellowfin in the area between 15°N and 15°S, for the years 1967-1970 combined, is shown in Figure 18. This figure is based on samples of about 2,200 males and about 2,500 females. The bars in the figure represent the percentage of the total sample in that category. Orange (1961) suggested that the minimum body length at first spawning was about 50 cm for yellowfin in the eastern Pacific. In our samples the minimum size for gonad indices of 2.0 or greater is between 91 and 100 cm (body length) for both sexes. The difference between our data and those of Orange (1961) may be due to the size selectivity of longline gear. There are very few females in the 151-160 cm length group with gonad indices greater than 2.0, and none in the larger length groups, whereas spawning males of the 151-160 cm length group are a major component.

Swordfish

Based on the study by Kume and Joseph (1969b) we assumed that all females with a gonad index of 3.0 or greater are about ready to spawn.

Fish with advanced ovaries seem to occur in the high-sea areas west of 95°W, especially in the tropical waters, throughout the year (Fig. 19).

This pattern of distribution was noted also by Kume and Joseph (1969b). Unfortunately, no data on gonad size of swordfish are available from the large commercial fishery areas off Baja California and Mexico. However the distribution of swordfish with high gonad indices shown in Figure 19 may indicate that spawning is limited to the more offshore waters.

Striped marlin

Female striped marlin with gonad indices of 3.0 or greater are considered to be ready to spawn (Shiohama, 1969; Kume and Joseph, 1969b).

The only fish with advanced ovaries occurred in the high latitudinal areas south of 25°S during southern summer (Fig. 20). Kume and Joseph's (1969b) data confirm this, but they also found mature females in the area bounded by 5°-20°N and 105°-112°W in the 1964-1966 period. Unfortunately, our data do not cover this latter area. It appears, however, from these two studies that there are two widely-separated spawning grounds for striped marlin in the eastern Pacific.

Blue marlin

The only female blue marlin with gonad indices exceeding 3.0 were caught between 25° and 30°S (Fig. 21). According to Shiohama (1969) and Kume and Joseph (1969b), the southwestern part of the south Pacific is the area of most intense spawning, coinciding with the intensity of the fishery in this area. The data for 1967-1970 differ from those of 1964-1966 in that the former do not show the spawning activity in the equatorial zone indicated by the latter.

Black marlin

As was the case in former studies of the longline fishery of the eastern Pacific, very few data on black marlin were available for this study. In Figure 22 is shown the relationship between body length and gonad weight of male and female black marlin taken in the area east of 130°W. Most of these samples were obtained from the equatorial area throughout the year. Black marlin with gonads weighing more than 1.0 kg are rare in this area and all gonad indices are under 1.0. Although detailed information on this species of the eastern Pacific is not available, Ueyanagi (1960) reported that most black marlin in the western Pacific Ocean over 230 cm long were females. Also, he suggested that body length at first maturity was about 200 cm for females and 140 cm for males, and the mature gonads for both sexes weighed more than 1.0 kg. If these results are applicable to our data, most of the black marlin sampled from the eastern Pacific in the 1967-1970 period were sexually mature but were not ready to spawn.

Sailfish

Female sailfish with gonad indices greater than 3.0 were taken far offshore between 5°-10°S in the first quarter and in the near-shore equa-

torial area during the third quarter (Fig. 23). The latter spawning area is particularly interesting because of its close proximity to shore. All of the other billfishes are thought to spawn farther offshore. However a great deal remains to be learned about sailfish spawning which can be answered only by carefully planned, systematic sampling.

Shortbill spearfish

Fish with gonad indices greater than 3.0 were found in the oceanic areas east of 100°W in the southern hemisphere (Fig. 24). The distribution of gonad indices suggests that this species spawns in the eastern Pacific throughout the year, because fish with well-developed ovaries occurred frequently even though sampling was carried out only sporadically.

SIZE COMPOSITION

The size-composition data discussed in this report pertain to the 1967-1970 period, and overlap during the first three quarters of 1967 with the series analyzed by Kume and Joseph (1969a). In this paper we compared data from commercial longliners with those from experimental longline vessels.

Albacore

The length-frequency distribution of albacore, by area and year, is shown in Figure 25. Albacore caught by longline range from about 55 to 110 cm in length. However the dominant size group clearly differs from area to area. In the southwestern region (areas 10, 13 and 16) the dominant mode occurs usually between about 92 and 96 cm, whereas in areas 15 and 18 of the southeastern region the dominant mode is between 75 and 80 cm. In area 12 the major modal group is about 85 cm, intermediate to the two modes described above. The length frequency composition in area 17 is quite variable.

If albacore less than about 90 cm long are juvenile (Otsu and Hansen, 1962; Ueyanagi, 1969), most of the albacore in the southeastern region are sexually immature, whereas a large part of the albacore in the southwestern region are adults.

Bigeye

The quarterly length-frequency distribution of bigeye, expressed as the total number of fish caught, by 2 cm-intervals, for all years and areas combined, is shown in Figure 26. These data are based on samples from experimental-fishing boats (Table 2). In general, the longline catch of this species is composed of three or four major modal groups. Following the analysis by Kume and Joseph (1969a) we have grouped the bigeye catch into three categories: large fish (over 150 cm long), medium-sized fish (120 to 150 cm) and small fish (less than 120 cm). The modal group first recruited to the longline fishery in substantial numbers, which ranges

between 90 and 120 cm, generally appears in the fishery during the northern winter. Kume and Joseph (1966 and 1969a) showed that year classes and their quarterly progression were detectable for small- and medium-size bigeye and that the annual growth for fish of 100 and 120 cm long is about 25 cm and 20 cm, respectively. If these annual growth rates are applicable to our data, it appears that some year classes recruited to the fishery remain in the fishery as a major component of catches for at least 2 or 3 years. For example, the strong year class which appeared as small fish between 110 and 120 cm during the third and fourth quarters of 1968 seem to have appeared again during the same quarters of 1969 as medium-size fish with a mode of about 140 cm and again during the same quarters of 1970 as large fish (*i.e.* over 150 cm).

The record catch of 1969 was probably the result of both the strength of the year class entering in 1968, and the high effective effort. If the progression of year classes through the year is a regular occurrence in the eastern Pacific it would serve as an important factor in predicting the catches of this species.

An examination of changes in average body weight of longline-caught fish may serve to detect changes in the overall stock. Since the average weight is usually estimated in connection with estimating relative number for each size class, a decrease in estimated average weight must be due to a decrease of large fish and/or an increase of small fish, and *vice-versa*. The quarterly mean body weights in kilograms for both the experimental and commercial longline catches of bigeye are shown in Figure 27 for 1967-1970. The annual average body weight was lowest during 1968, and then increased up through 1970 (Table 3). Judging from the size composition in Figure 26, this trend is probably due to the strong year class which entered the fishery in 1968. The mean body weights calculated from samples taken by experimental and commercial fishing vessels during 1969 and 1970 differ greatly from each other, probably as a result of different fishing strategies of the two types of boats. It is thought that the commercial vessels tend to concentrate in the more productive fishing grounds. Also, the quarterly changes in mean body weight are considerably greater than the annual changes.

To examine the source of difference in the mean body weight between the commercial and experimental fishing vessels, we prepared Figure 28 showing the annual composition of body weight for each type of vessel. The data for commercial boats were obtained from the fish markets, where the fish were weighed by dealers, whereas the weight data for fish from experimental fishing boats were calculated from the length-weight relationship estimated by Kume and Shiohama (1964). The annual weight composition for both types of samples in Figure 28 is based on the same months and areas (listed in the upper right corner of the figure) and ex-

pressed as the number of fish weighted by the total catch of the areas sampled. The position of modal groups is about the same for the two types of data in 1967 and 1968, although the relative importance of the modal groups in terms of the number of fish is different in the two types of data. The position of the modal groups in the two types of data for 1969 is quite different. The situation for 1970 is unclear (due in part, perhaps, to the small sample size and the fact that the samples were all taken in 1 month of the year) but the weight-frequency distribution in the two types of data is not markedly different. Thus it appears that we can get a fairly good idea of the size composition of bigeye in the eastern Pacific longline fishery, provided that the estimate is based on a sufficient number of time and area strata.

A comparison of our data with those of Kume and Joseph (1969a) shows that the mean body weight of longline-caught bigeye in 1967-1970 was less than that during 1964-1966; that is 55-60 kg and 60-62 kg, respectively. In view of the fact that there are no signs of an unusually large recruitment to the fishery in this period, except in 1968, and that the effective effort was higher in 1969 and 1970 than in 1967 and 1968, it appears that the decline in average weight noted above is due to a decrease in the number of larger fish.

Yellowfin

In Figure 29 there is shown the quarterly length-frequency composition of yellowfin by 2-cm intervals, for all areas combined, 1967 and 1970. At the bottom of the figure we show the age composition calculated from the growth equation ($L_t = 190 (1 - e^{-0.311t})$), where body length (L) is expressed in centimeters and time (t) in years) for yellowfin in the Pacific longline fishery, presented by Honma *et al.* (1971).

While yellowfin in the longline catch range from 40 to 175 cm long, the majority are between 120 and 160 cm. The most substantial recruitment to the fishery occurs at a length between about 90 to 120 cm (2-year olds). Suda and Schaefer (1956b), Kume and Schaefer (1966) and Kume and Joseph (1969a) showed that the progression of modal groups of yellowfin in the longline catch corresponds closely to the growth rate of yellowfin in the surface fishery.

Modal groups corresponding to year classes, and their progression through the fishery, are also discernible to some extent in our data for 1967-1970. The first substantial recruitment occurred during the third and fourth quarters of 1967, when the catch of yellowfin between 90 and 130 cm long rapidly increased. These fish seem to be from 2-year-old fish and from those early in their third year. During the second quarter of 1968 a large portion of the catch was supported by the modal groups between 110 and 140 cm, *i.e.* large 2-year-olds and 3-year-old fish which seem to be the same year classes which entered the fishery in the third and

fourth quarter of 1967. These year classes continued to contribute greatly to the longline catch from the eastern Pacific up to the fourth quarter of 1969. The progression of the two groups of fish between 90 and 120 cm recruited during the third and fourth quarters of 1968 is not clear. During the third quarter of 1969 a new mode appeared at about 125 cm which became an important component of the catch for the following seasons. During the third and fourth quarters of 1970 relatively large numbers of yellowfin between 90 and 125 cm were recruited into the fishery.

Annual length-frequency distributions for all areas combined are shown in Figure 30. Previous investigators have pointed out that the longline fishery for yellowfin in the eastern Pacific Ocean is based principally on two age groups; this situation is borne out in our data for 1967 through 1970, in which 3- and 4-year-old fish predominate (Fig. 30). It appears likely that recruitment into the longline fishery was especially low during 1969.

Kume and Joseph (1969a) mentioned that the mean body weight of longline-caught yellowfin increased during 1965 and 1966 after a sharp drop from 1962 to 1964. The mean body weight of yellowfin during 1967 to 1970 was lower in comparison with that of the 1964-1966 period, but most of this difference is probably due to the fact that we used a different length-weight equation than that employed by Kume and Joseph.

The average body weight of yellowfin caught by the longline fishery is related of course, to the surface fishery for this species, because the latter exploits the smaller components of the yellowfin population (Suda and Schaefer, 1965b; Kume and Joseph, 1969a). In Table 4 we show estimates of the annual catches, expressed in number of yellowfin by 10 cm intervals, for the surface and longline fisheries of the eastern Pacific during 1964-1970. The numbers of fish caught in the surface fishery during 1964, 1965 and 1966 were re-estimated using a correction factor slightly different from that used by Kume and Joseph (1969a).

It is obvious from the data of Table 4 that the annual catches of yellowfin produced by the surface fishery continue to be far greater than those of the longliners, and that the catch of the surface fleet is composed mainly of yellowfin less than 100 cm long whereas that of the longliners is composed principally of yellowfin over 100 cm long. Up until 1968 the longline catch of yellowfin over 129 cm long was greater than that of the surface fleet but in 1969 and 1970 this situation reversed. This change is undoubtedly related to the recent expansion of the surface fishery in the CYRA and to the west thereof (Anonymous, 1973b) as well as to the unusually large yellowfin quotas allowed in these 2 years under the Tuna Commission's plan of experimental overfishing.

Since it is clear that recruitment of yellowfin into the longline fishery

in the eastern Pacific depends greatly on the catch and effort of the surface fishery, studies of the yellowfin stock of this area should be based on both fisheries.

Swordfish

About 880 fish caught in the eastern Pacific east of 130°W during 1967-1970 were measured. Quarterly and annual length frequencies, in 5 cm intervals, are shown in Figure 31 a-b for all areas combined.

The body length of swordfish caught during 1967-1970 ranges between 75 and 270 cm, nearly the same as that shown by Shiohama (1969) and Kume and Joseph (1969b), although the lower limit is slightly greater (Fig. 31a). The most abundant size classes are found between 125 and 175 cm in length. The recruitment of fish into the longline fishery appears to be frequent during the first two quarters of the year. The proportion of fish less than 125 cm and more than 175 cm to the total catch varies from year to year (Fig. 31b). No remarkable change in mean length of fish was observed during 1967 through 1970.

Kume and Joseph (1969b) mentioned that swordfish between 62 cm and 165 cm grow about 38 cm per year on the average. There is no recognizable progression of modes in the quarterly and annual length-frequency data. (Fig. 31 a-b).

Striped marlin

In general, striped marlin are caught abundantly in the area off central Mexico. Shiohama (1961) and Kume and Joseph (1969b), on the basis of areal changes in size composition, showed that the mean body length of this species increases in a southerly direction. Our data consist of about 5,000 measurements of striped marlin caught by longline boats in the eastern Pacific during 1967 to 1970. Most of the length-frequency samples were taken from the area between 10°N and 10°S. In Figure 32a, we present the quarterly length-frequency data for all areas combined from 1967 to 1970. A comparison of length-frequency data from the northern area (north of 10°N) and southern area (south of 15°S) is shown in Figure 32b.

In the equatorial areas the longline fishery for striped marlin depends on the size classes between 150 and 200 cm. Small fish (less than 150 cm) and fish more than 200 cm in length are caught only sporadically in this area (Fig. 32a). As noted above, the areas north of 10°N produce a large number of striped marlin which accounted for approximately 50% of the total catch in the eastern Pacific during 1967-1970. In this area the mode of the dominant size class appears at 145-150 cm (Fig. 32b, panel A) whereas in the area south of 15°S the modal group at about 175 cm is the major component of the catch (Fig. 32b, panel B).

There is no evidence of a clear trend in seasonal progression of the

modes in the quarterly length-frequency data (Fig. 32a). Koto (1963) reported that the annual growth of striped marlin in the northwestern Pacific is 35 cm for the 120-160 cm group, 27 cm for the 160-185 cm group, 19 cm for the 185-205 cm group and 16 cm for the 205-220 cm group. If these estimates of growth are directly applicable to the fish in the eastern Pacific, the two age groups will be the major component of the longline catch in this area (Fig. 32 a-b).

In Figure 32c is shown the annual length-frequency of striped marlin for all areas combined for 1967-1970. The peak of the dominant modal group in the catch usually occurs between about 170 and 175 cm in body length. A similar situation was observed by Shiohama (1969) and Kume and Joseph (1969b).

In 1967 and 1970, fish smaller than 150 cm were relatively abundant in the catch. Compared with size composition data before 1966 (Shiohama, 1969; Kume and Joseph, 1969b), the percent of large fish (over 200 cm) has decreased slightly.

Blue marlin

About 1,200 blue marlin taken in the eastern Pacific east of 130°W during 1967-1970 were measured. The body length of these fish ranges from 90 cm to 335 cm, but the dominant size classes occur between 150 and 250 cm (Fig. 33). It is well known that the size composition of male and female blue marlin is quite different, the number of females over 270 cm far exceeding that of males (Shiohama, 1969; Kume and Joseph, 1969b). Although blue marlin are caught sporadically throughout the entire eastern Pacific, the only significant changes come from a very limited area along the 20° line of latitude. Therefore, the total annual catch from this area is minor compared with other oceans.

Blue marlin seem to be recruited substantially into the longline fishery when they reach about 150 cm in body length (Fig. 33). The catch of fish over 260 cm long is sporadic throughout the year. It is noted that the percentage of fish over 220 cm long decreased during 1970. Because of the sharply decreasing catches of this species throughout the Pacific Ocean (Fig. 7), it would be desirable to examine the effect of fishing effort on the stock and the sex ratio.

Black marlin

Only 136 black marlin were measured during 1967-1970. The length frequency of these fish is shown in Figure 34. The body length of this species ranges from 130 cm to 320 cm. Dominant size classes appear between 150 and 200 cm in body length. Koto *et al.* (1959) and Ueyanagi (1960) have reported that female black marlin are clearly dominant among fish over 200-220 cm in length in the western central Pacific Ocean.

Sailfish

Sailfish and striped marlin in the eastern Pacific are a very important species for the sport fishery as well as the longline fishery (Kume and Joseph, 1969b; Joseph *et al.*, *in press*). Size composition data from the eastern Pacific examined by Kume and Joseph (1969b) indicated that the average size of sailfish offshore was greater than those from inshore. We noted the same thing in our data for 1967-1970. In Figure 35a we show length-frequency data obtained from three areas (A, B and C) in the eastern Pacific. In area A, east of 90°W and from 0°-10°N, fish between 170 and 205 cm long are abundant in the catch with a mode at about 185-190 cm. In area B, 90°-110°W and 5°S-15°N, the largest component of the catch is between 150 and 200 cm in length with modes at 180-185 cm and 155-160 cm. In area C, 110°-130°W and 10°S-10°N, the dominant size groups appear between 125 and 180 cm in length. In Figure 35b is shown the quarterly length frequency of sailfish from the eastern Pacific. It appears that there is substantial recruitment into the fishery of sailfish between 130 and 170 cm during the northern winter. Some seasonal progression of modal groups can be discerned, but unfortunately data are lacking for some quarters. Therefore, in Figure 35c we show the quarterly length frequency for all years combined, with arrows drawn by eye to represent the approximate mean lengths of the modal groups. Based on this figure it is suggested that the modal group at 155-160 cm in the first quarter may grow about 30-35 cm a year on the average. Koto and Kodama (1962) reported that the annual growth of sailfish in the western Pacific is 35 cm for the fish between 140-175 cm, 20 cm between 175-195 cm and 15 cm between 195-210 cm.

Shortbill spearfish

Shortbill spearfish are not taken in the coastal areas of the eastern Pacific Ocean (Kume and Joseph, 1969a; Joseph *et al.*, *in press*). In Figure 36a there is shown the length frequency distribution of the 420 fish for which data were available from the 1967-1970 period, for four different areas. Most of the fish caught ranged from 120 to 170 cm in length, but the dominant size groups were between 125 and 150 cm. It appears that the modal peak of the dominant size group decreases in a southerly direction.

The quarterly length-frequency distribution for all years combined is shown in Figure 36b. There are no discernible trends.

Kume and Joseph (1969b) reported that the principal modal group occurred at about 150 cm in the area bounded by 90°-110°W and 10°-30°S. This is somewhat larger than what we have found. It is not clear whether this difference is due to a change in behavior of fish or to the effect of the fishery on the stock.

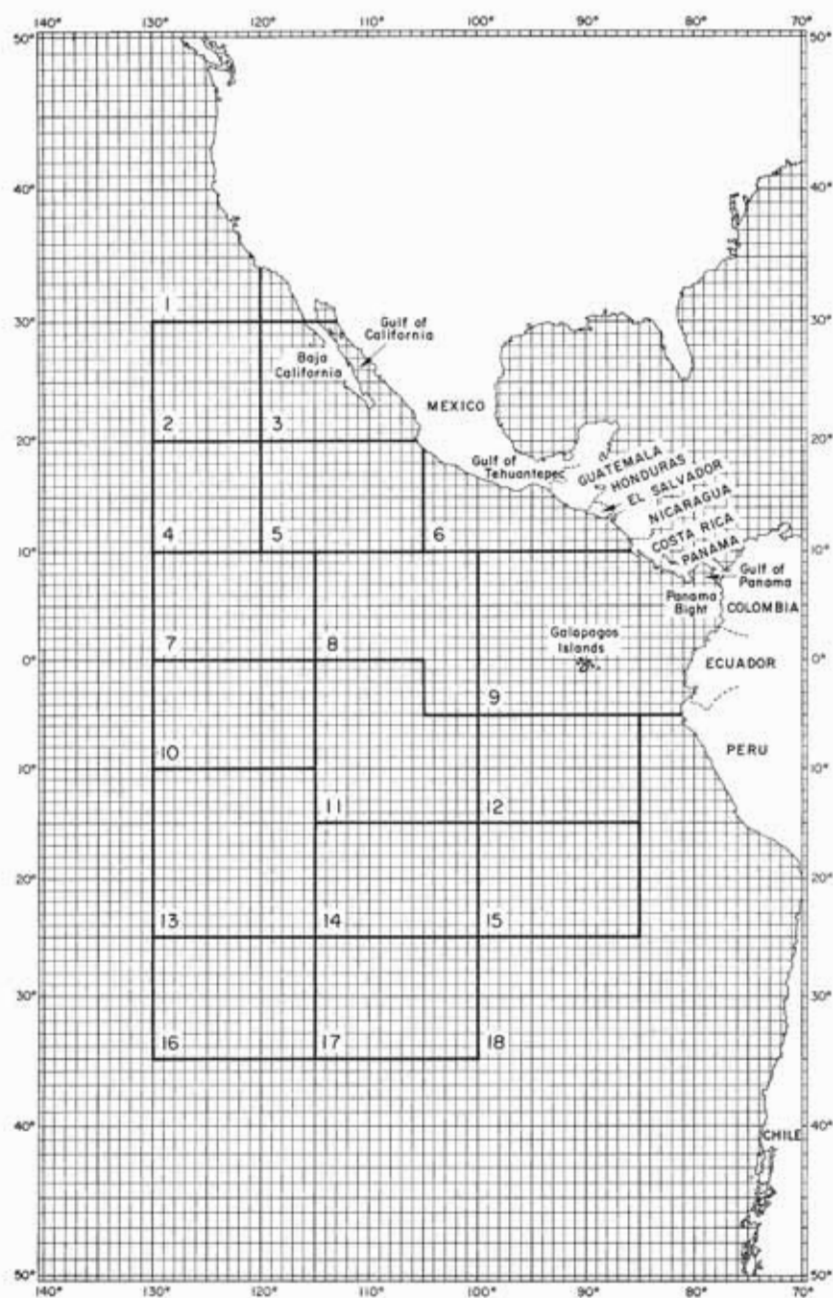


FIGURE 1. Map of the eastern Pacific Ocean showing the fishing areas (1-18) mentioned in the text.

FIGURA 1. Mapa del Océano Pacífico oriental en el que se presentan las áreas de pesca (1-18) mencionadas en el texto.

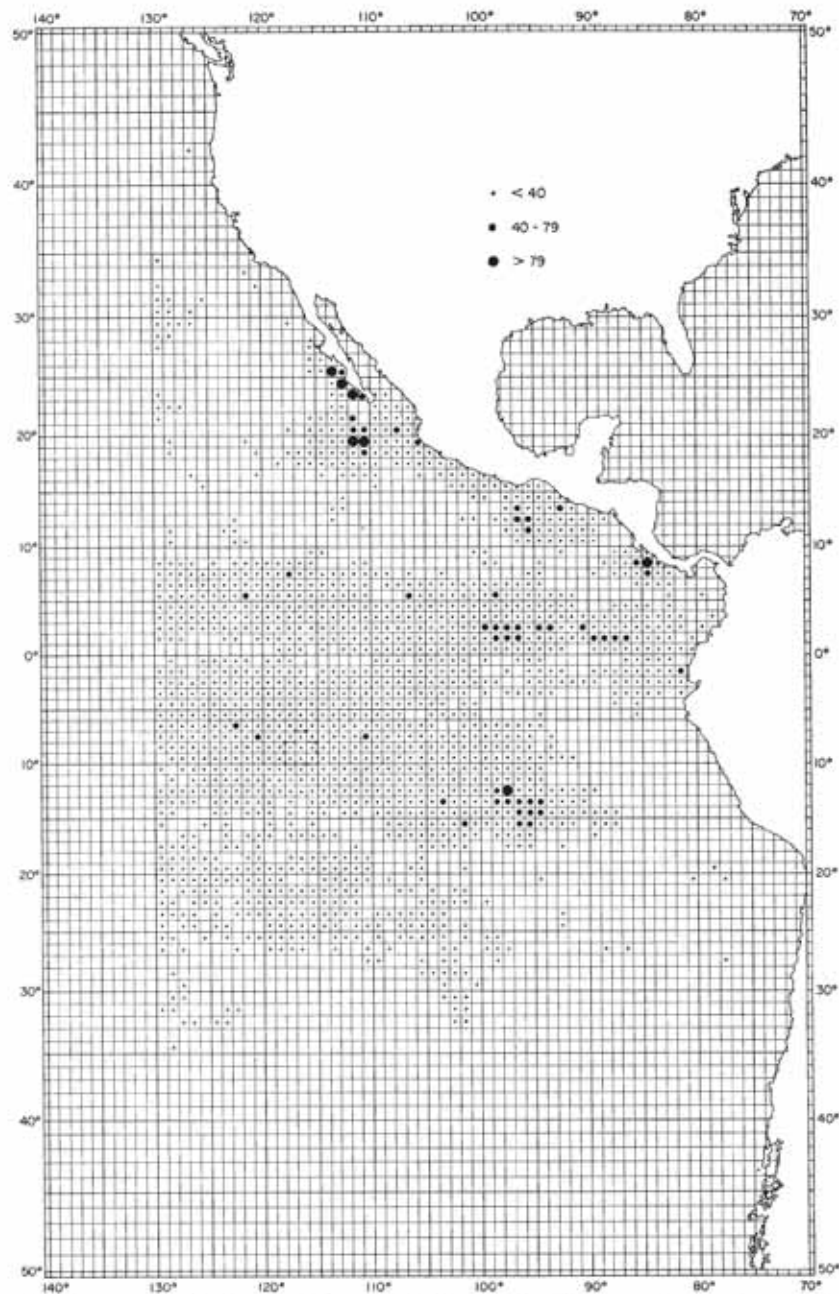


FIGURE 2a. Annual distribution of fishing effort, in numbers of sets within 1° areas, generated by the Japanese longline fishery in the eastern Pacific, 1967.

FIGURA 2a. Distribución anual del esfuerzo de pesca, en números de caladas en áreas de 1°, efectuadas por la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental, 1967.

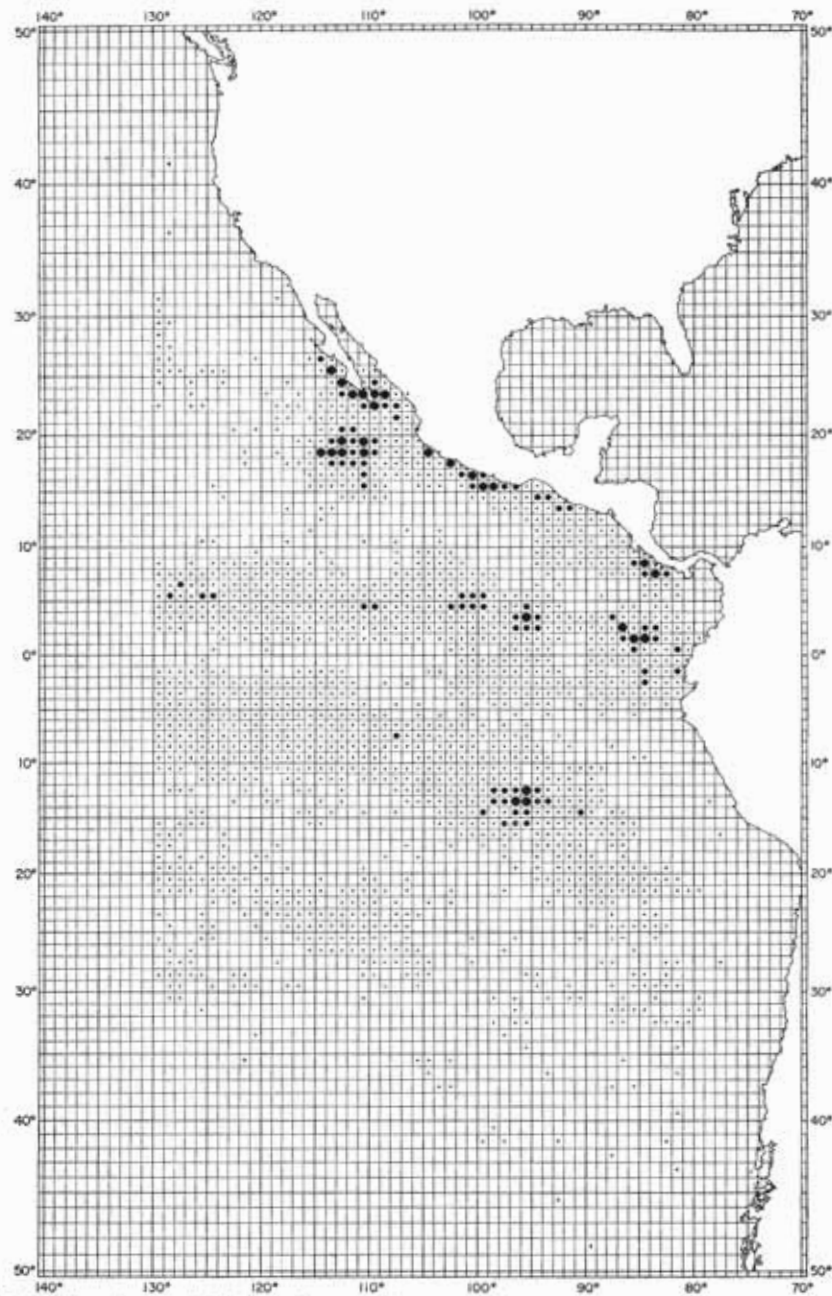


FIGURE 2b. Annual distribution of fishing effort, in numbers of sets within 1° areas, generated by the Japanese longline fishery in the eastern Pacific, 1968.

FIGURA 2b. Distribución anual del esfuerzo de pesca, en números de caladas en áreas de 1°, efectuadas por la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental, 1968.

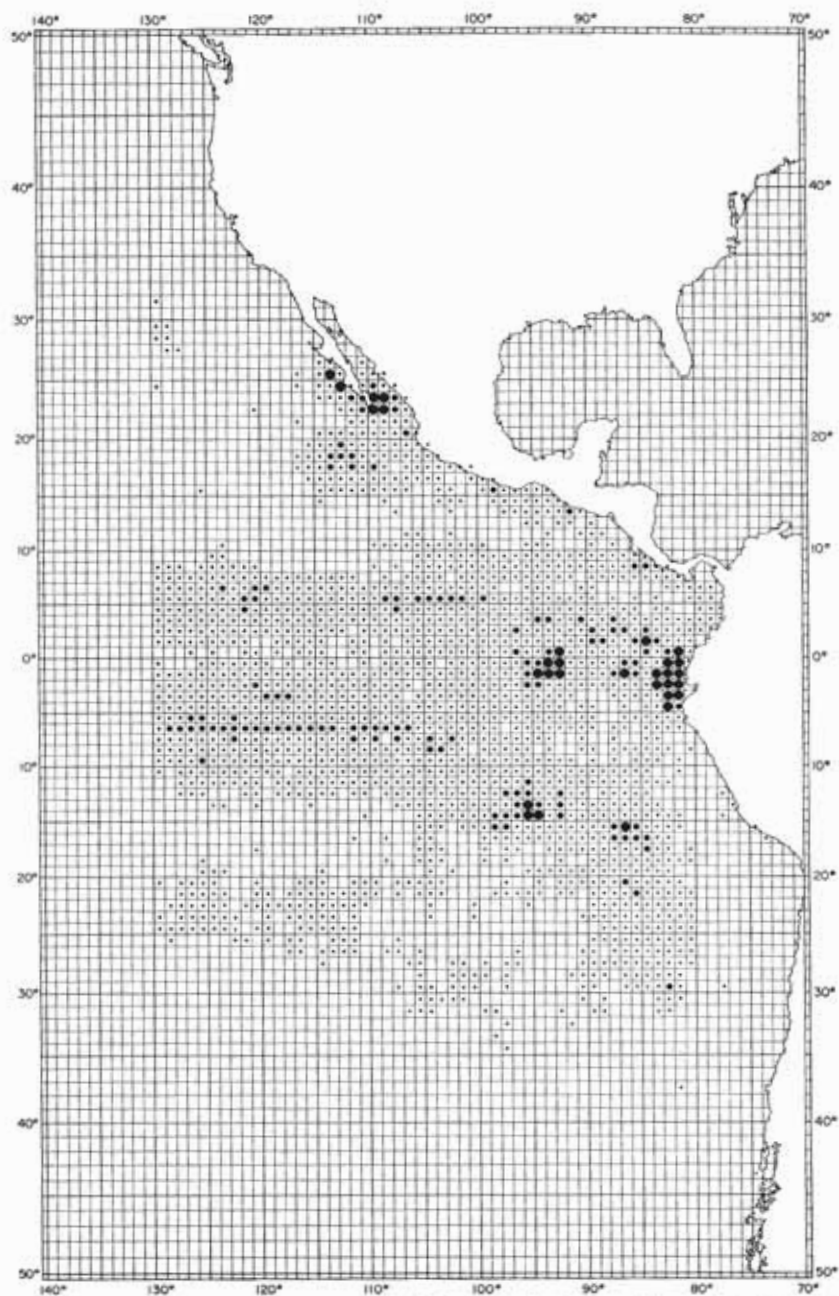


FIGURE 2c. Annual distribution of fishing effort, in numbers of sets within 1° areas, generated by the Japanese longline fishery in the eastern Pacific, 1969.

FIGURA 2c. Distribución anual del esfuerzo de pesca, en números de caladas en áreas de 1°, efectuadas por la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental, 1969.

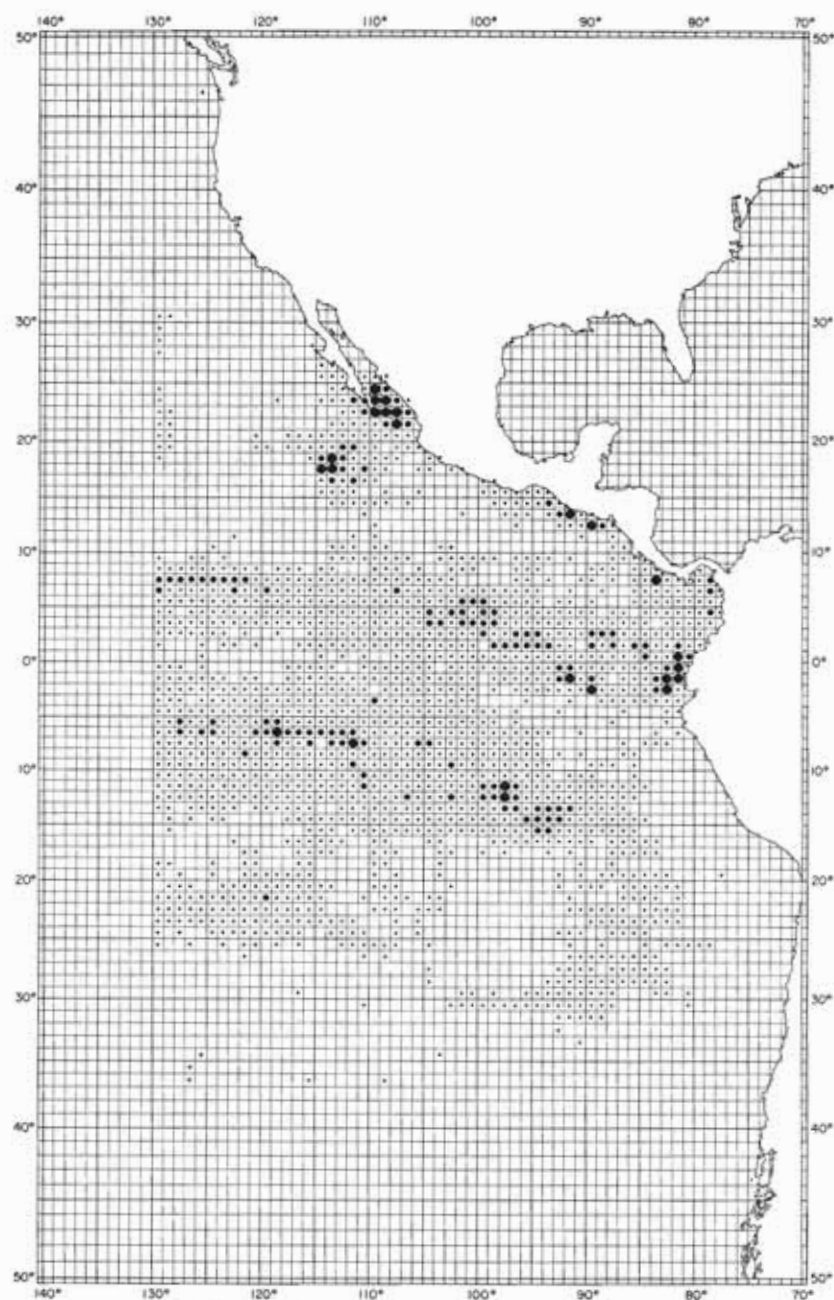


FIGURE 2d. Annual distribution of fishing effort, in numbers of sets within 1° areas, generated by the Japanese longline fishery in the eastern Pacific, 1970.

FIGURA 2d. Distribución anual del esfuerzo de pesca, en números de caladas en áreas de 1°, efectuadas por la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental, 1970.

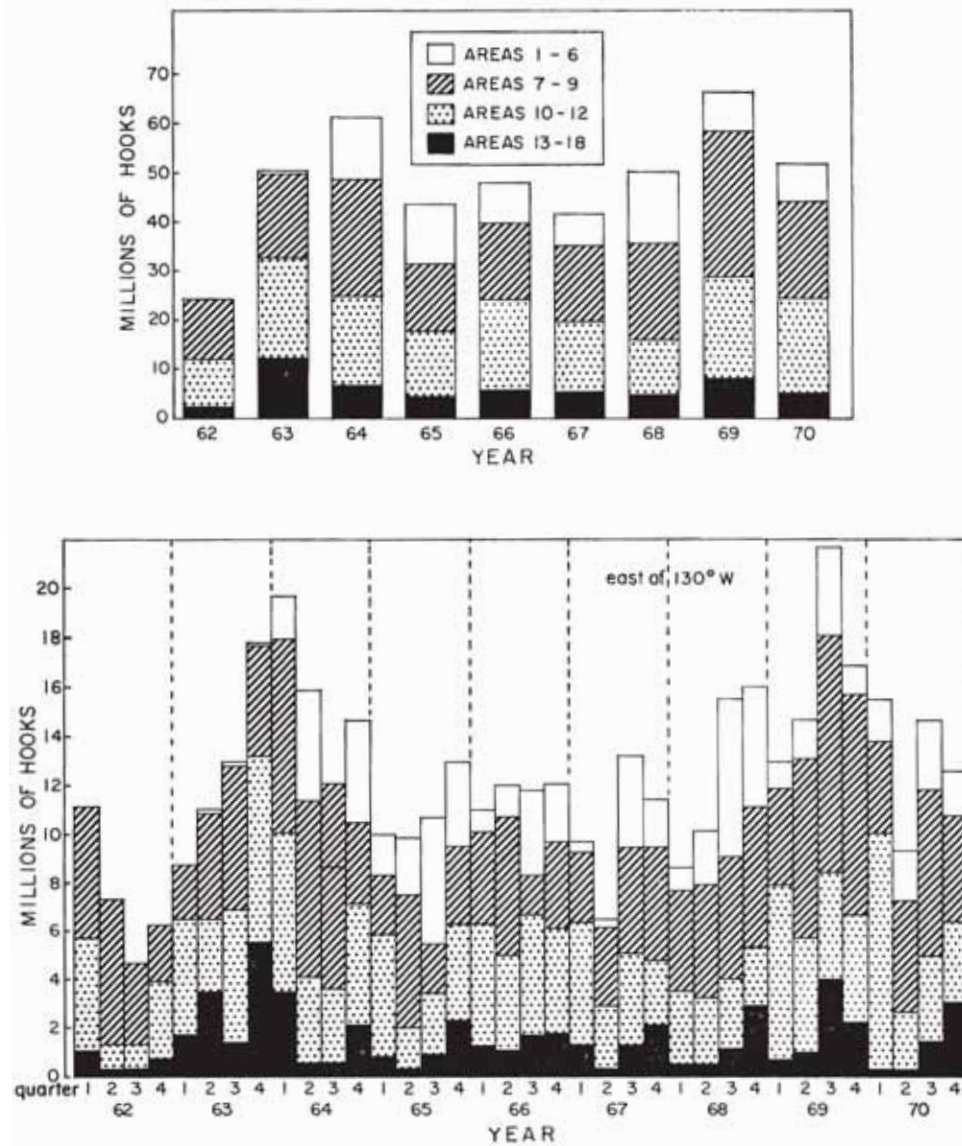


FIGURE 3. Fishing effort in number of hooks, by quarter and year, expended in the major longline fishing grounds of the eastern Pacific, 1962-1970.

FIGURA 3. Esfuerzo de pesca en cantidades de anzuelos, realizado por trimestre y año en las regiones principales de la pesca palangrera en el Pacífico oriental 1962-1970.

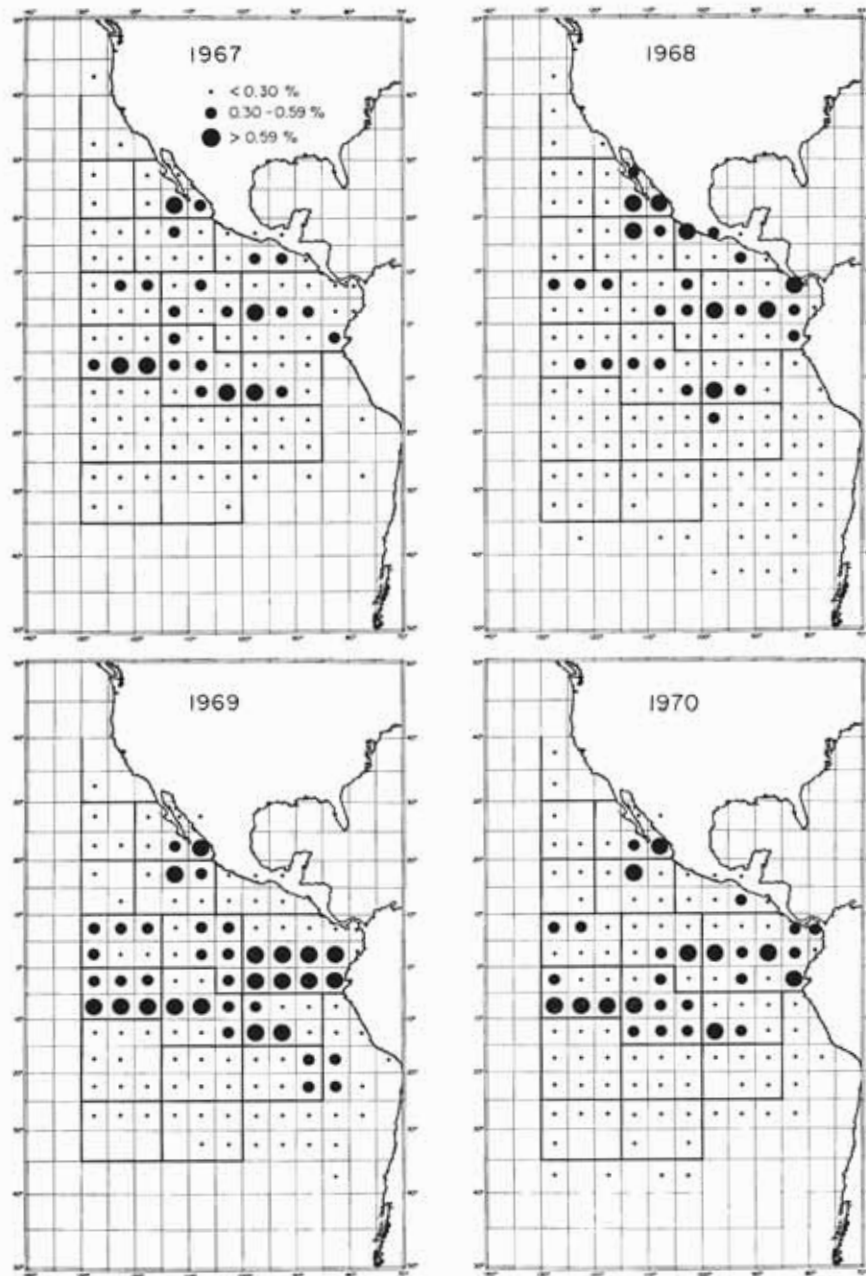


FIGURE 4. Annual distribution of fishing effort in the eastern Pacific, expressed as a percentage of the number of hooks used within 5° areas in relation to the total for 1967-1970 combined.

FIGURA 4. Distribución anual del esfuerzo de pesca en el Pacífico oriental, expresada como porcentaje de la cantidad de anzuelos usados en áreas de 5° con relación a la cantidad total combinada de los años 1967-1970.

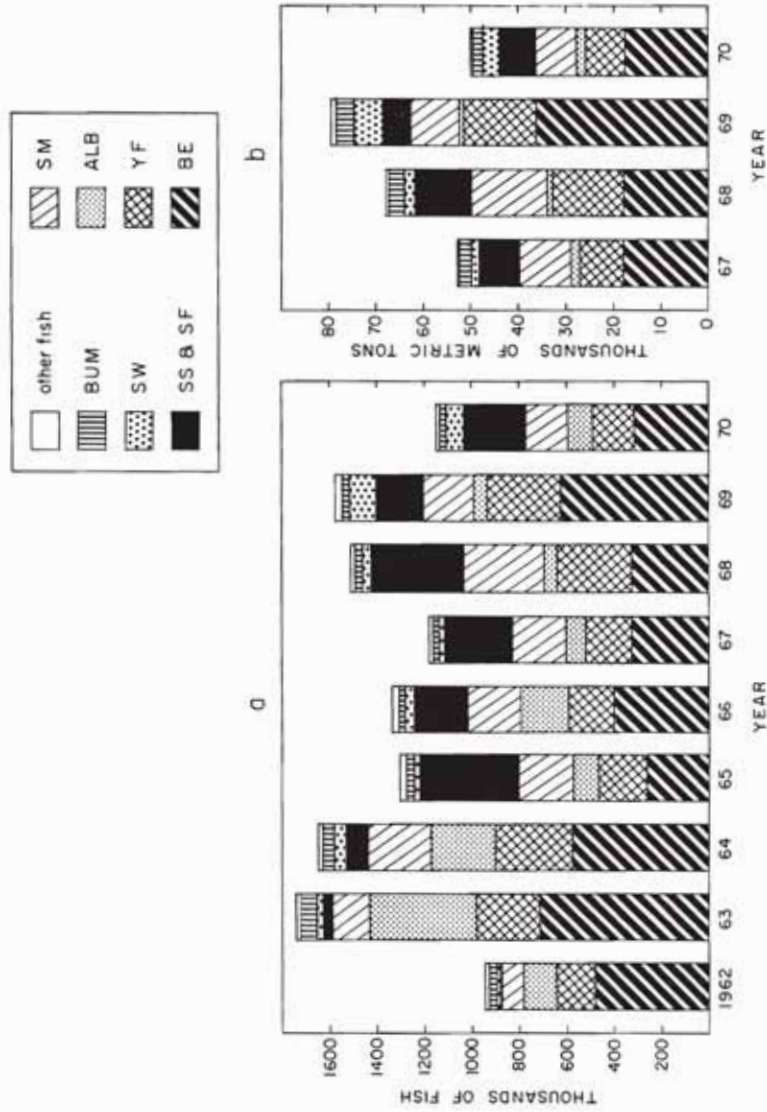


FIGURE 5. Annual catches, in number and weight, by species, in the longline fishing grounds of the eastern Pacific.

FIGURA 5. Capturas anuales, por especies, en cantidad y peso, en las regiones palangreras de pesca del Pacifico oriental.

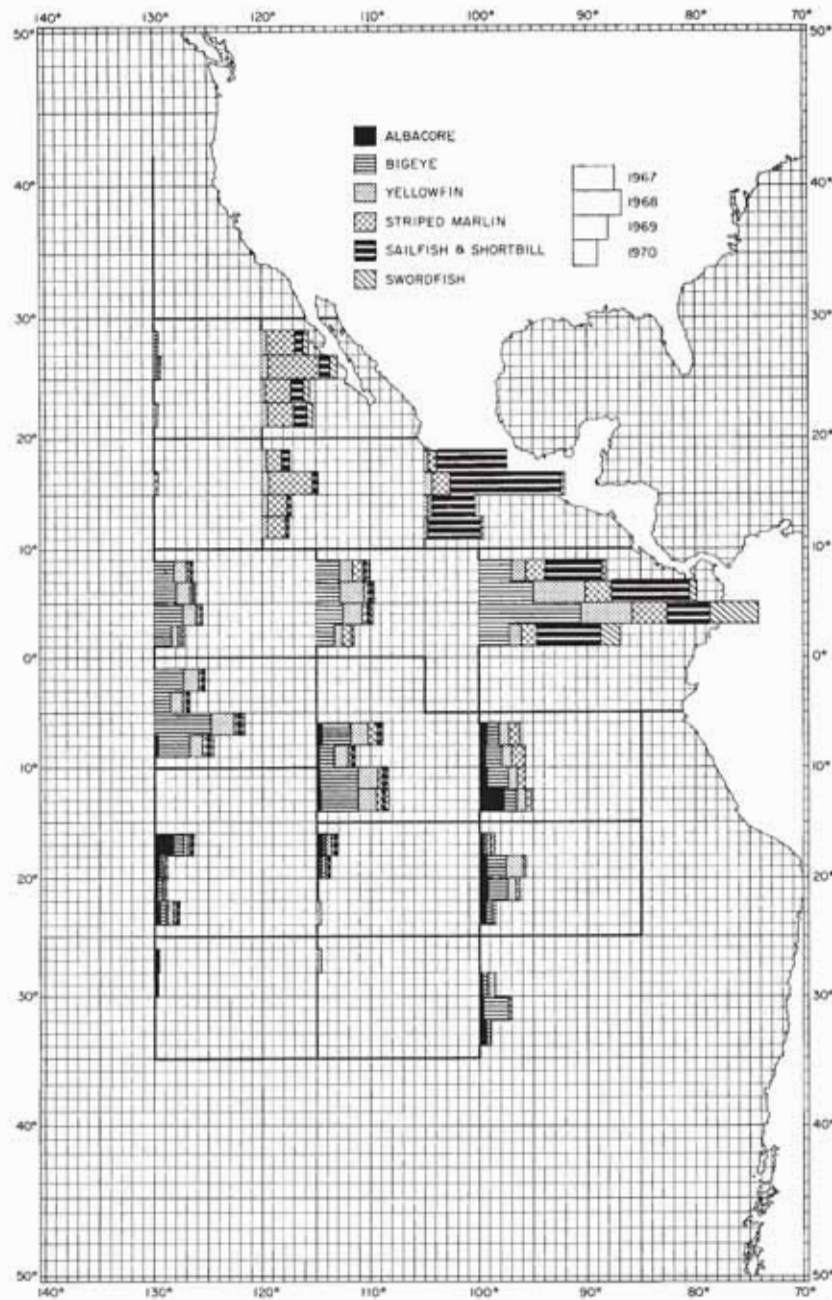


FIGURE 6. Annual catches by species, year and area, in the longline fishing grounds of the eastern Pacific, 1967-1970 (where 1° of longitude equals 20,000 fish).

FIGURA 6. Capturas anuales por especies, año y área, en las regiones de pesca palangreras del Pacífico oriental, 1967-1970 (donde 1° de longitud equivale a 20,000 peces).

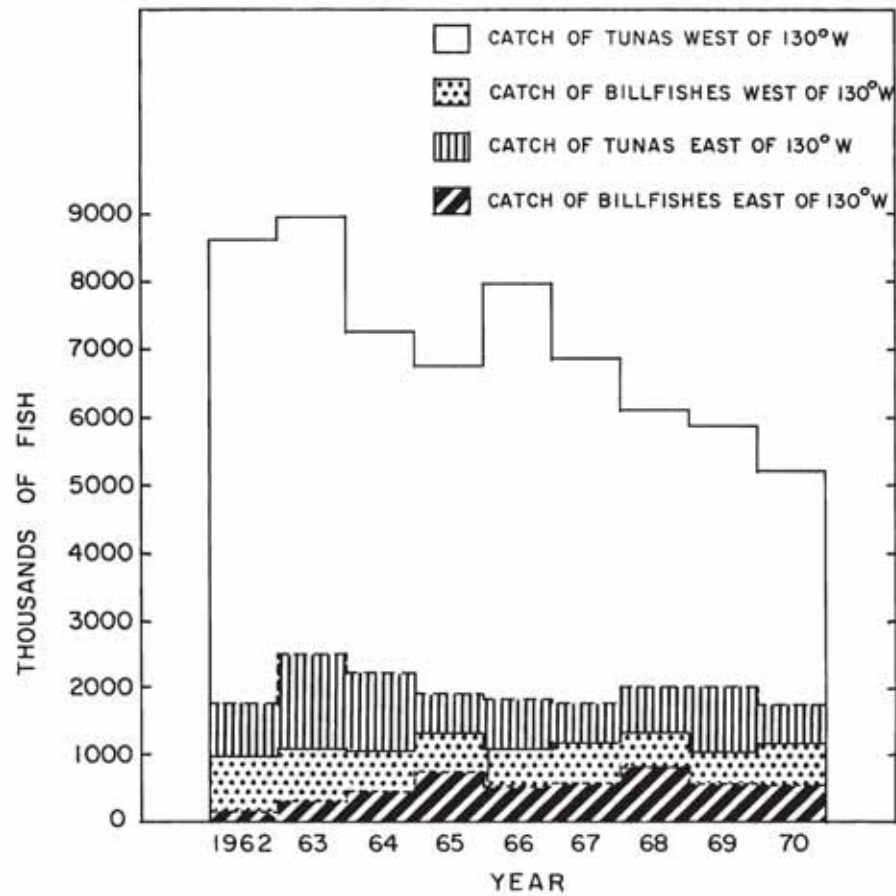


FIGURE 7. Comparison of annual longline catches by species between areas east and west of 130°W, 1962-1970.

FIGURA 7. Comparación por especies de las capturas anuales palangreras entre las áreas este y oeste de los 130°W, 1962-1970.

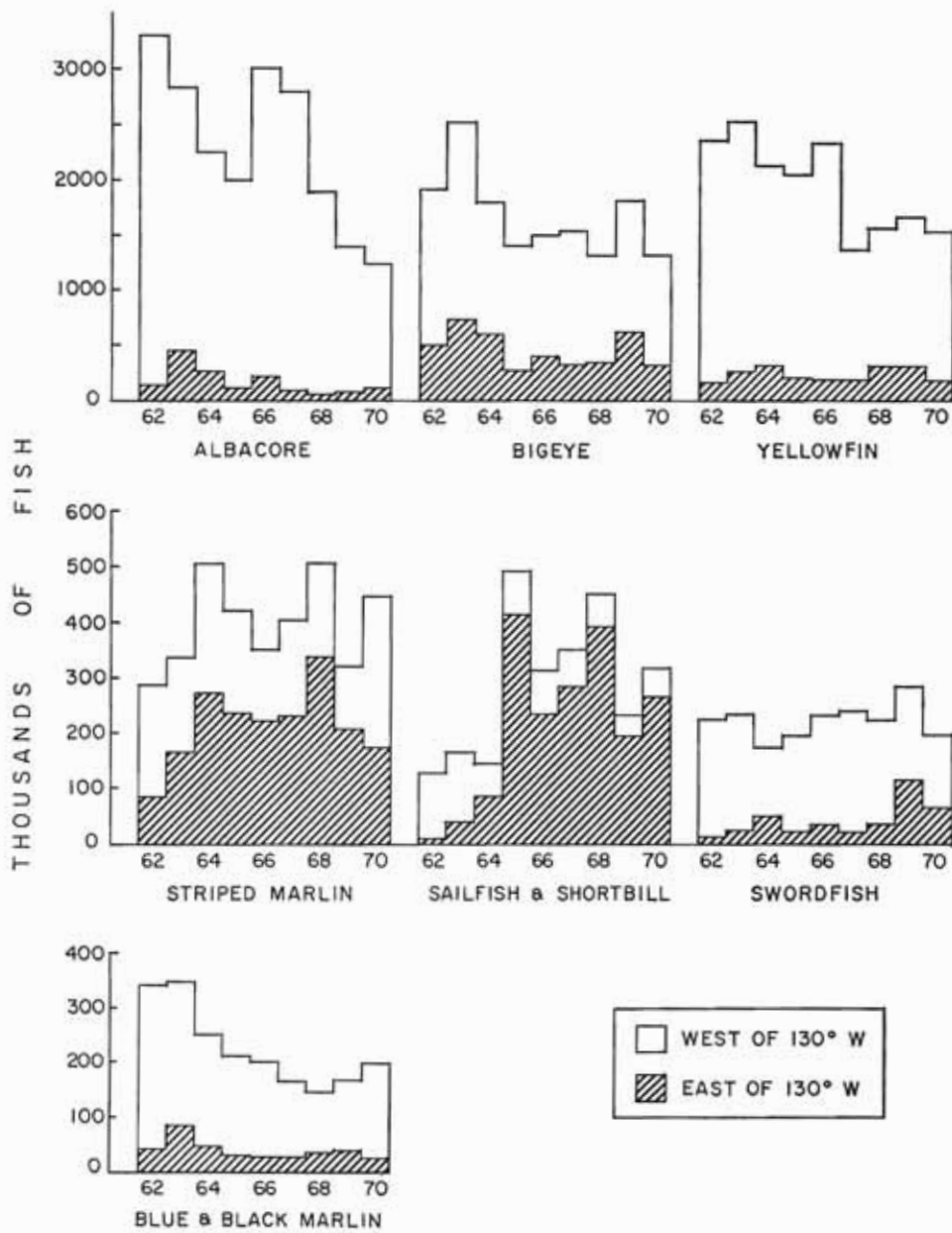


FIGURE 7. (Continued)
FIGURA 7. (Continuación)

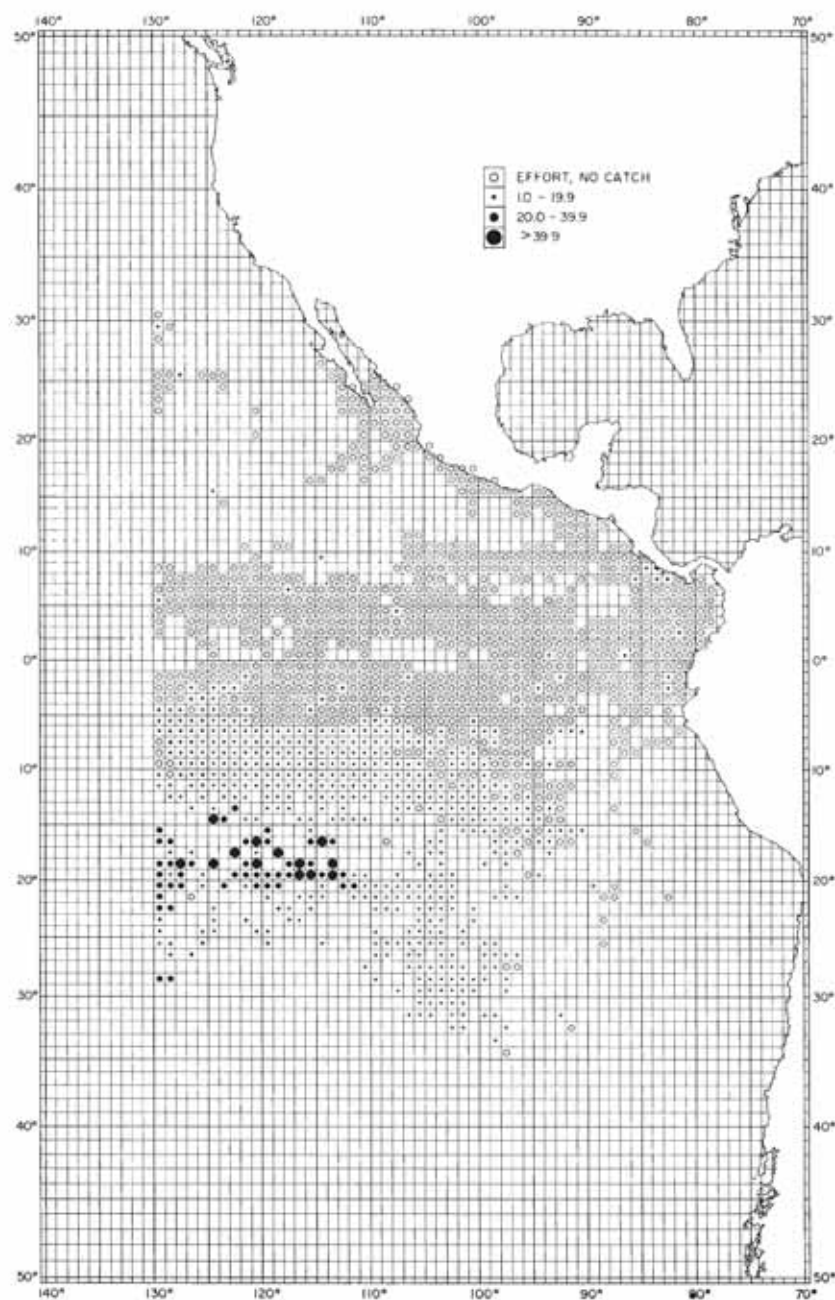


FIGURE 8a. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of albacore by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8a. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de albacora capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

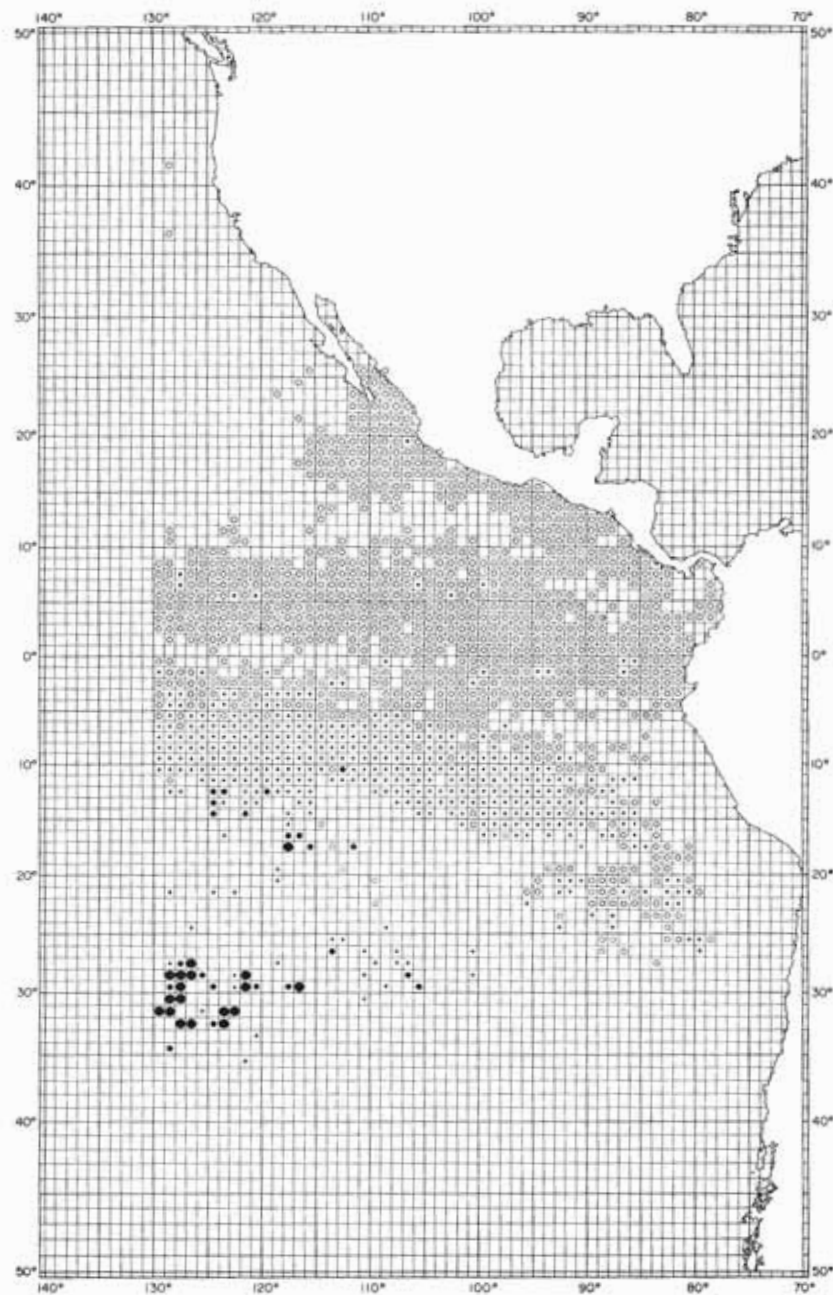


FIGURE 8a. Continued, second quarter.

FIGURA 8a. Continuación, segundo trimestre.

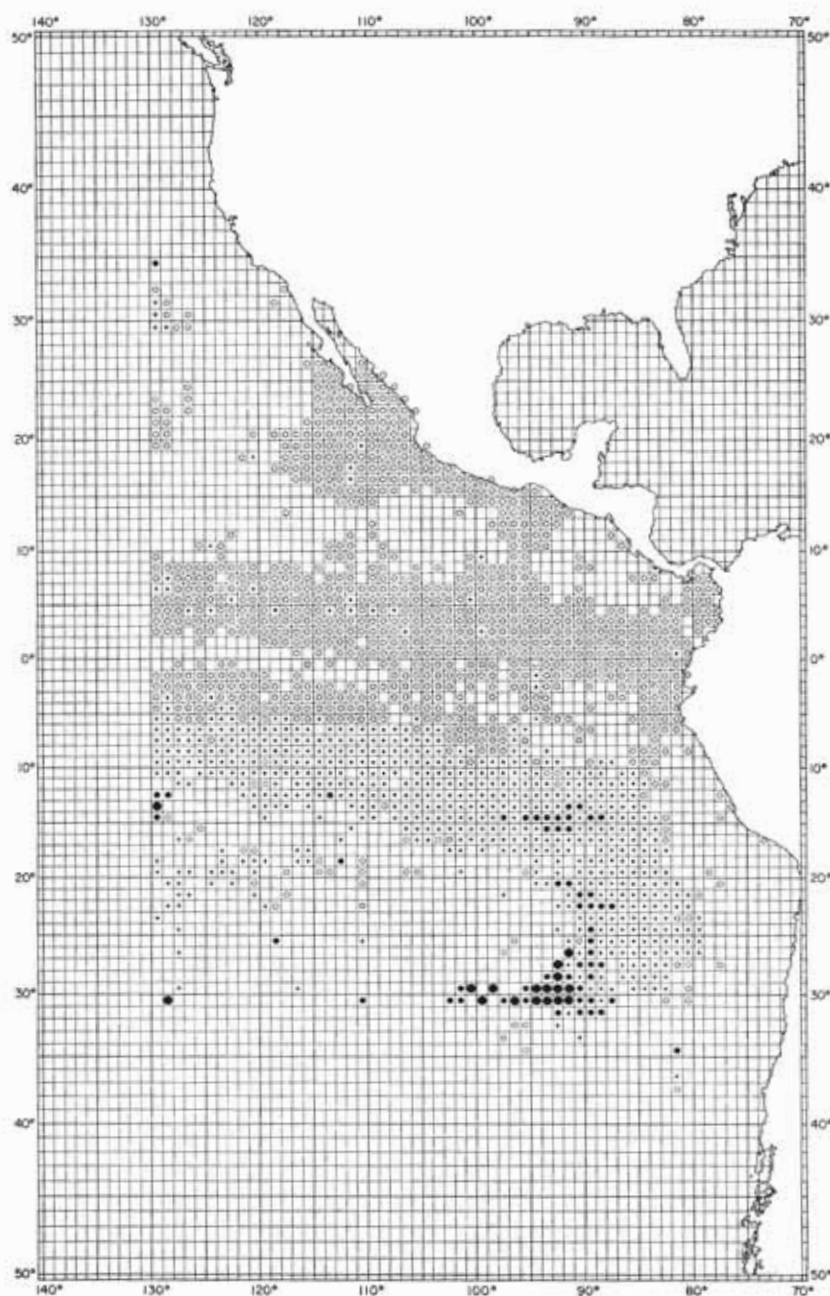


FIGURE 8a. Continued, third quarter.

FIGURA 8a. Continuación, tercer trimestre.

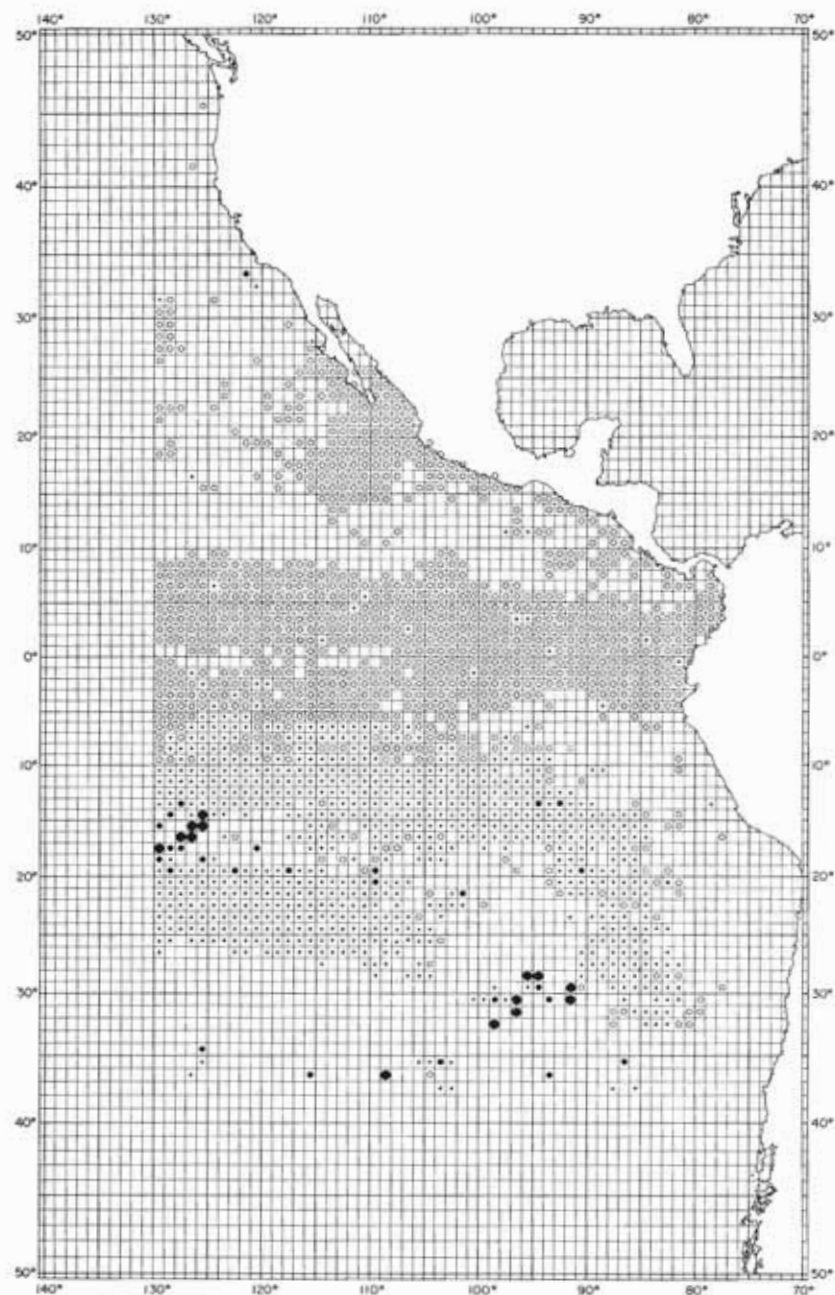


FIGURE 8a. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8a. Continuación, cuarto trimestre.

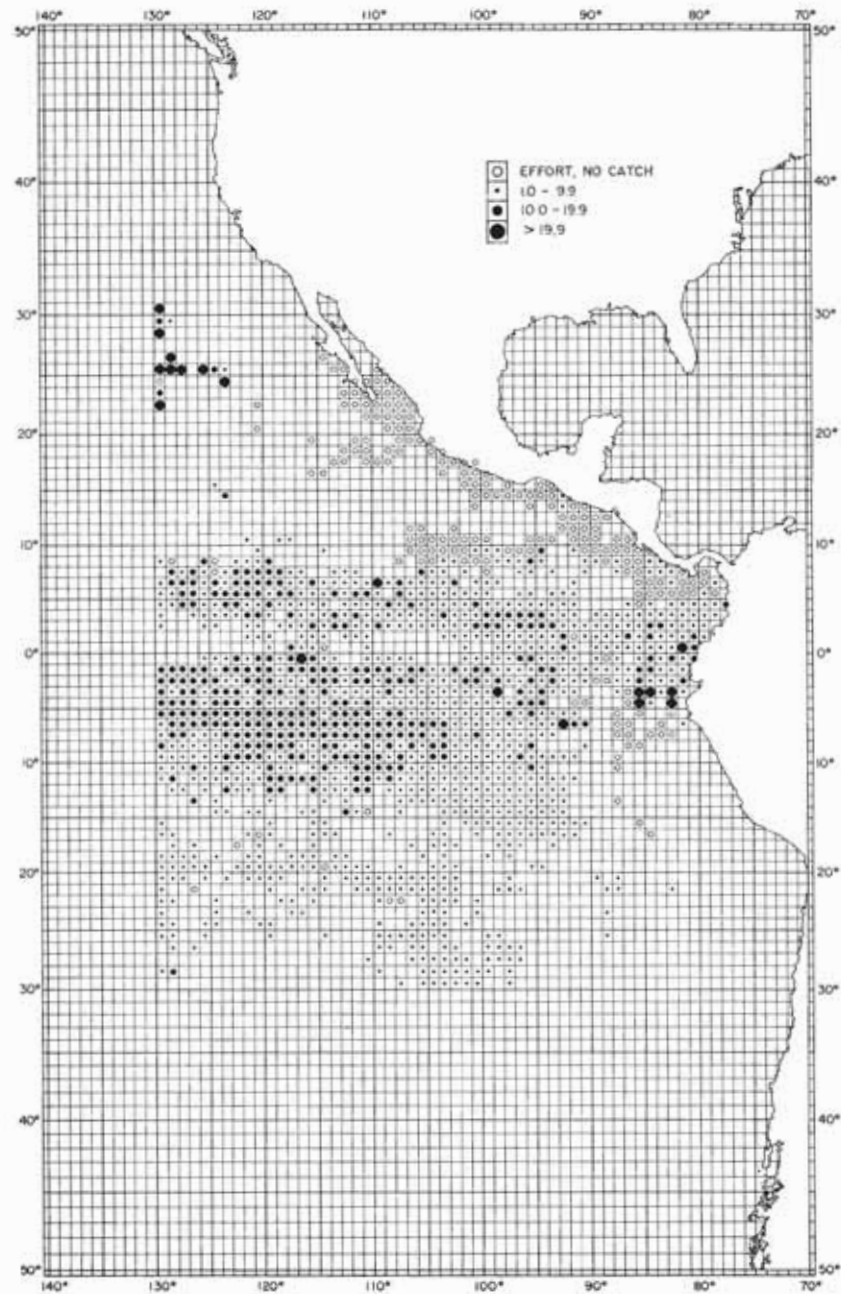


FIGURE 8b. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of bigeye by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8b. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de patudo capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

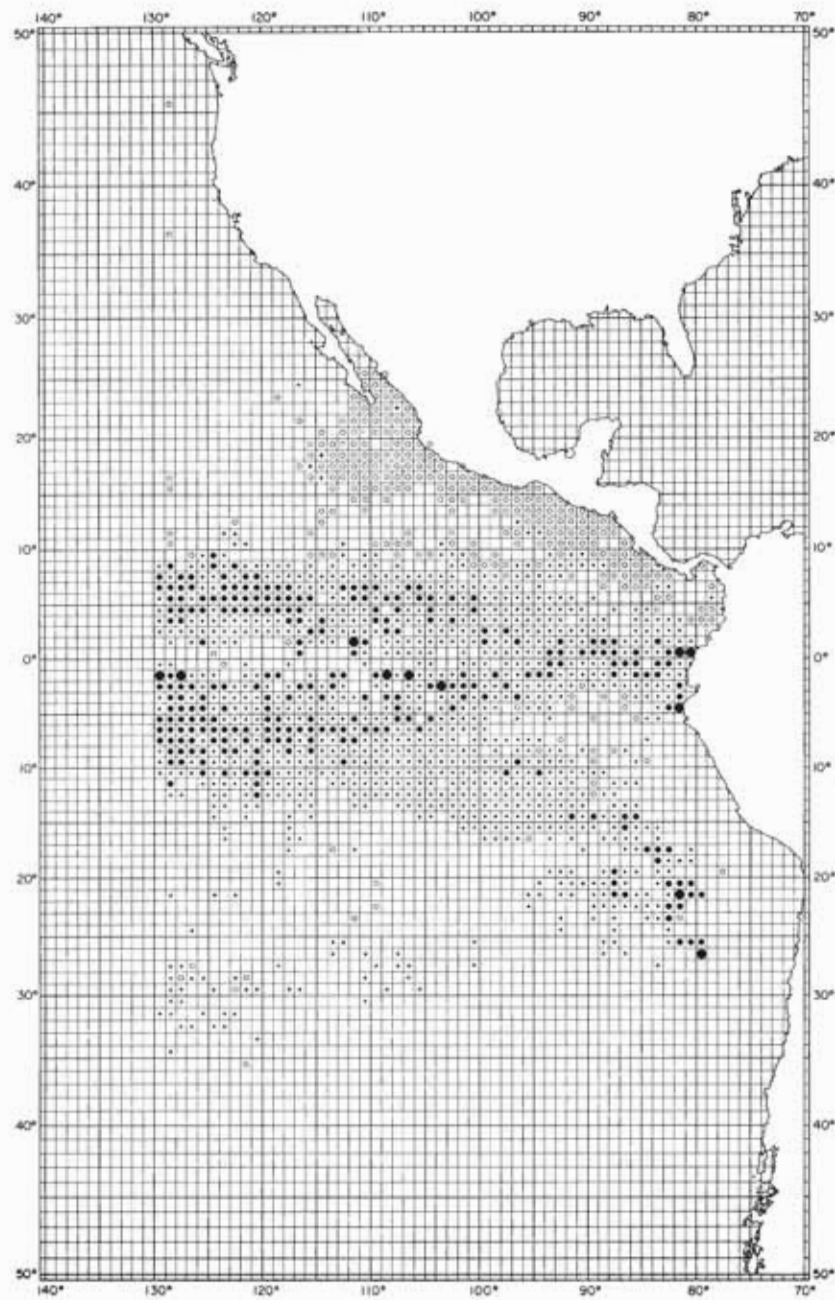


FIGURE 8b. Continued, second quarter.

FIGURA 8b. Continuación, segundo trimestre.

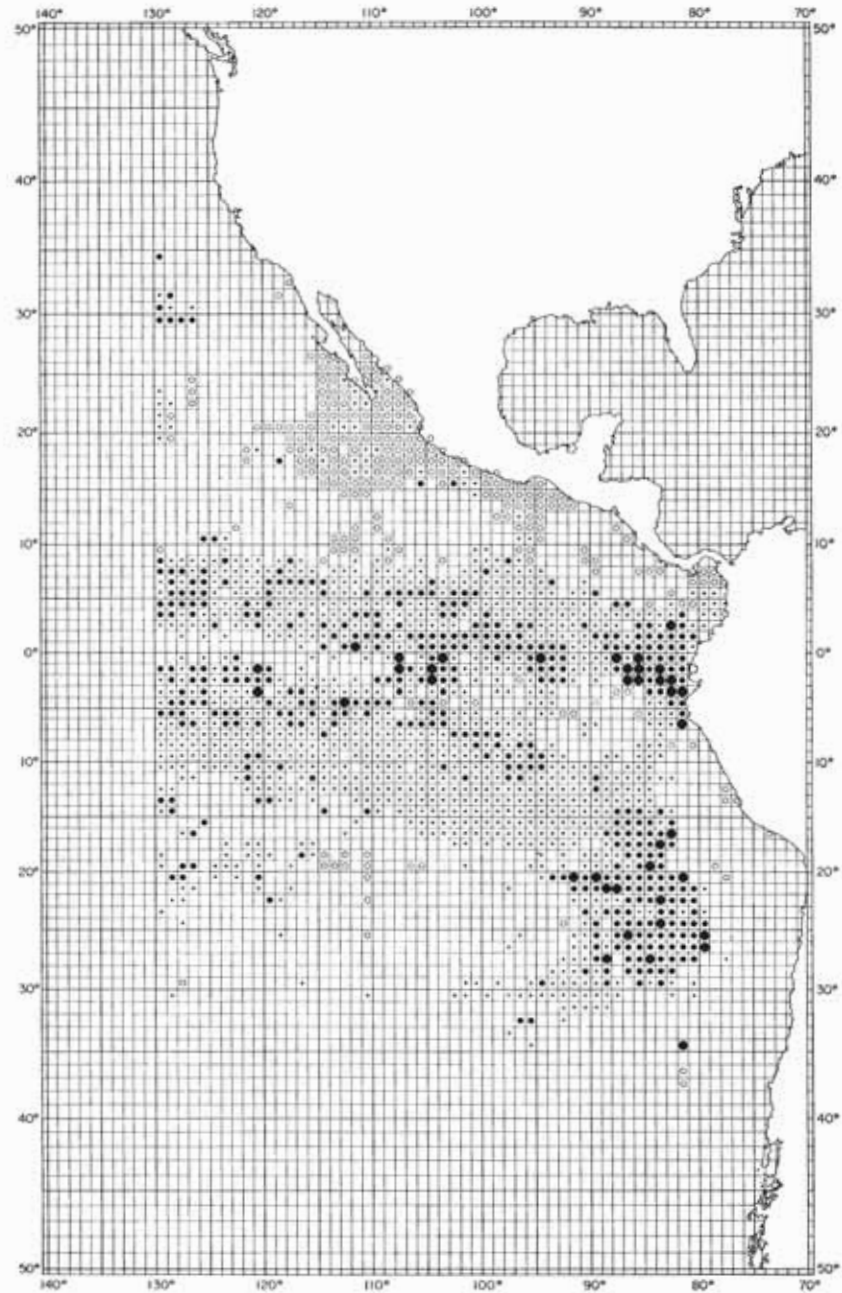


FIGURE 8b. Continued, third quarter.

FIGURA 8b. Continuación, tercer trimestre.

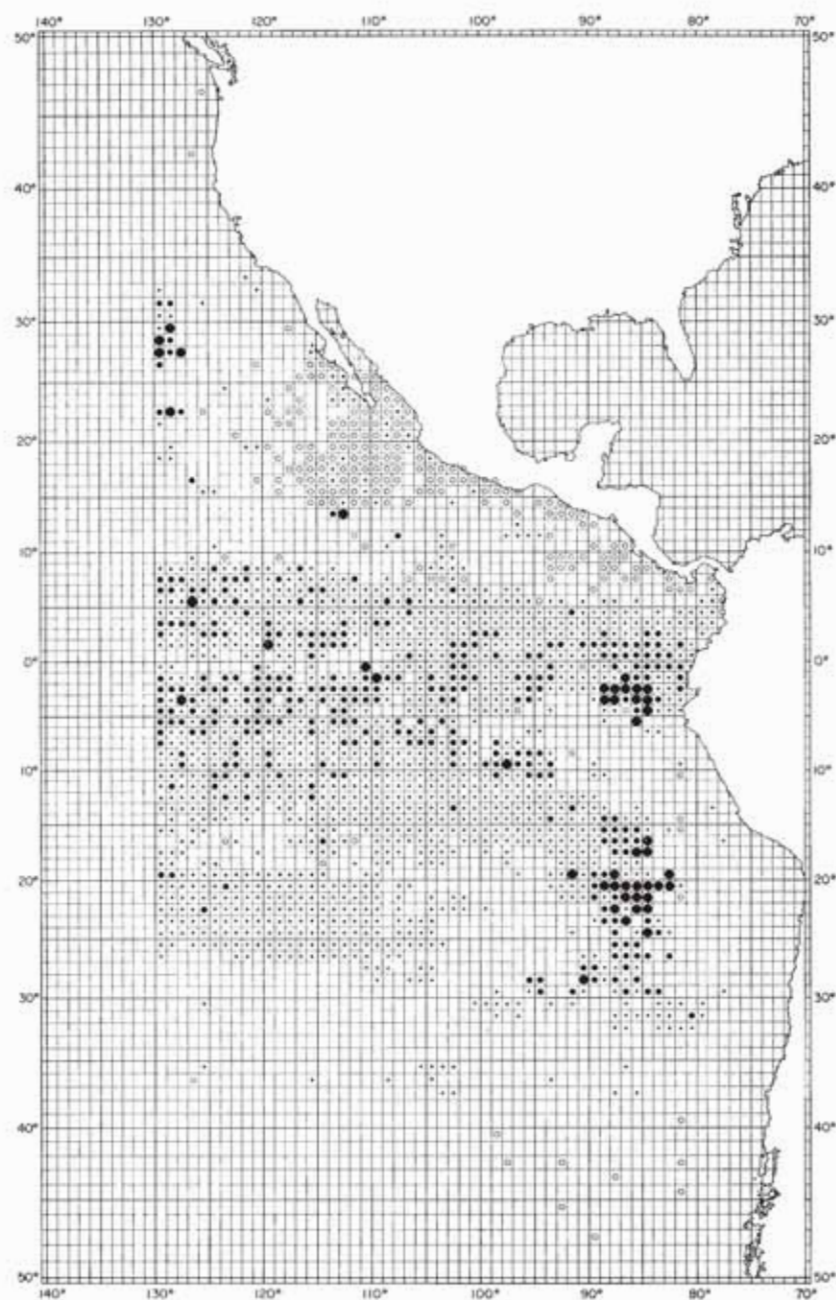


FIGURE 8b. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8b. Continuación, cuarto trimestre.

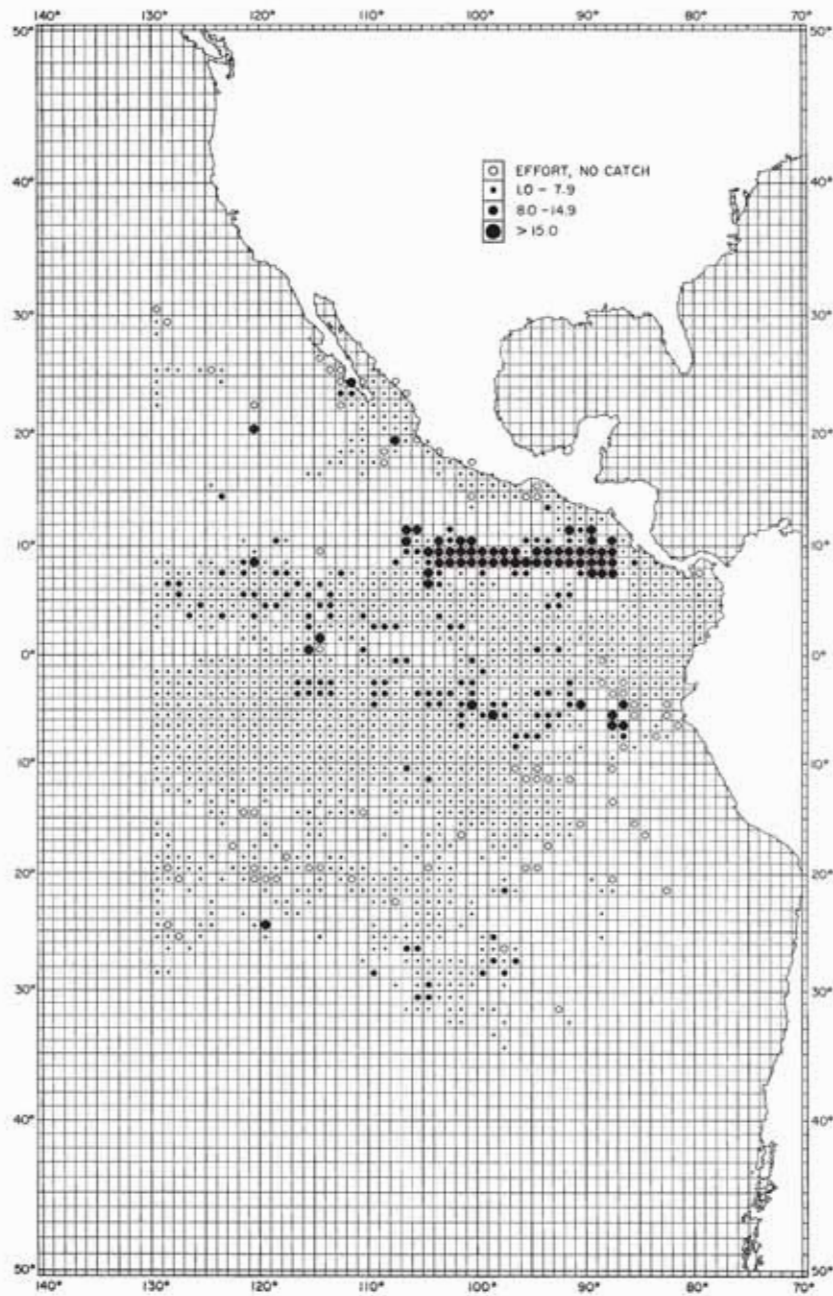


FIGURE 8c. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of yellowfin by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8c. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de atún aleta amarilla capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

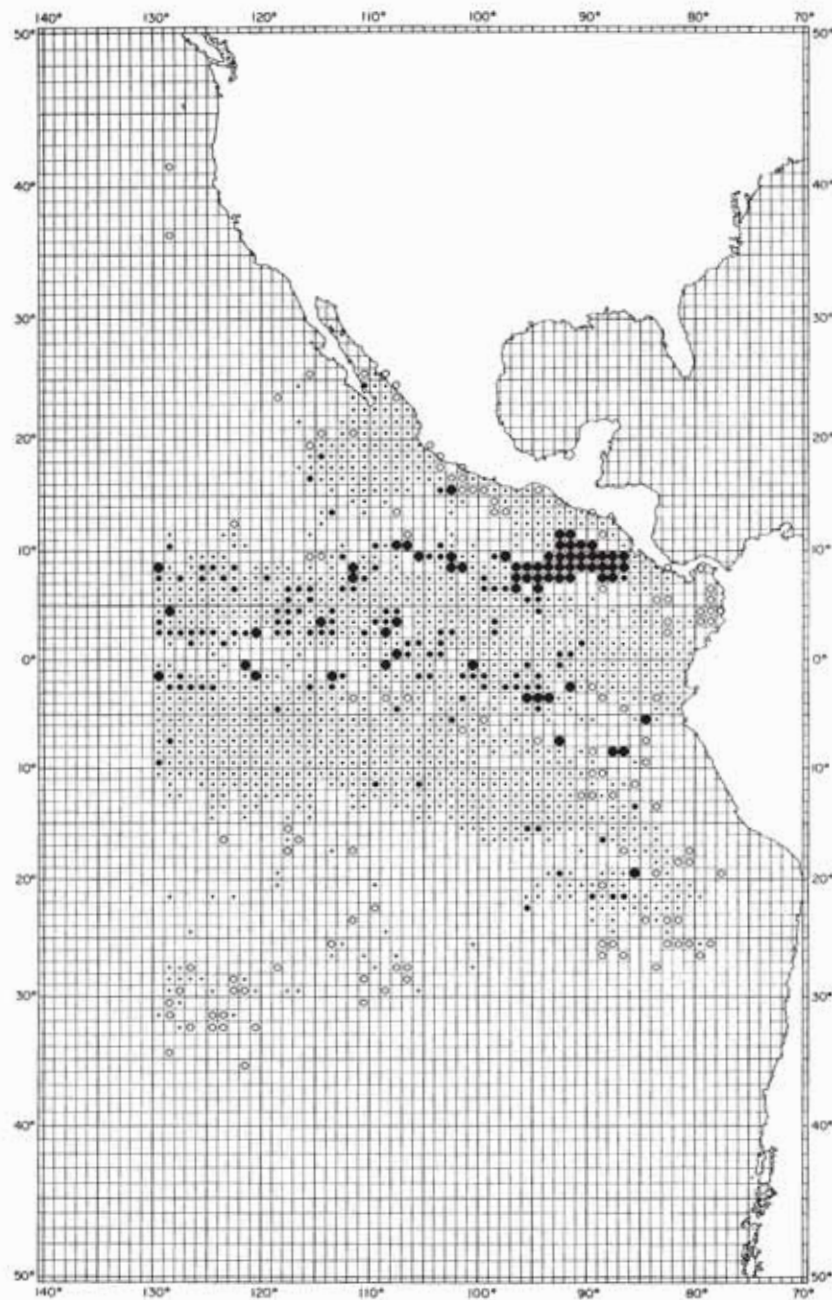


FIGURE 8c. Continued, second quarter.

FIGURA 8c. Continuación, segundo trimestre.

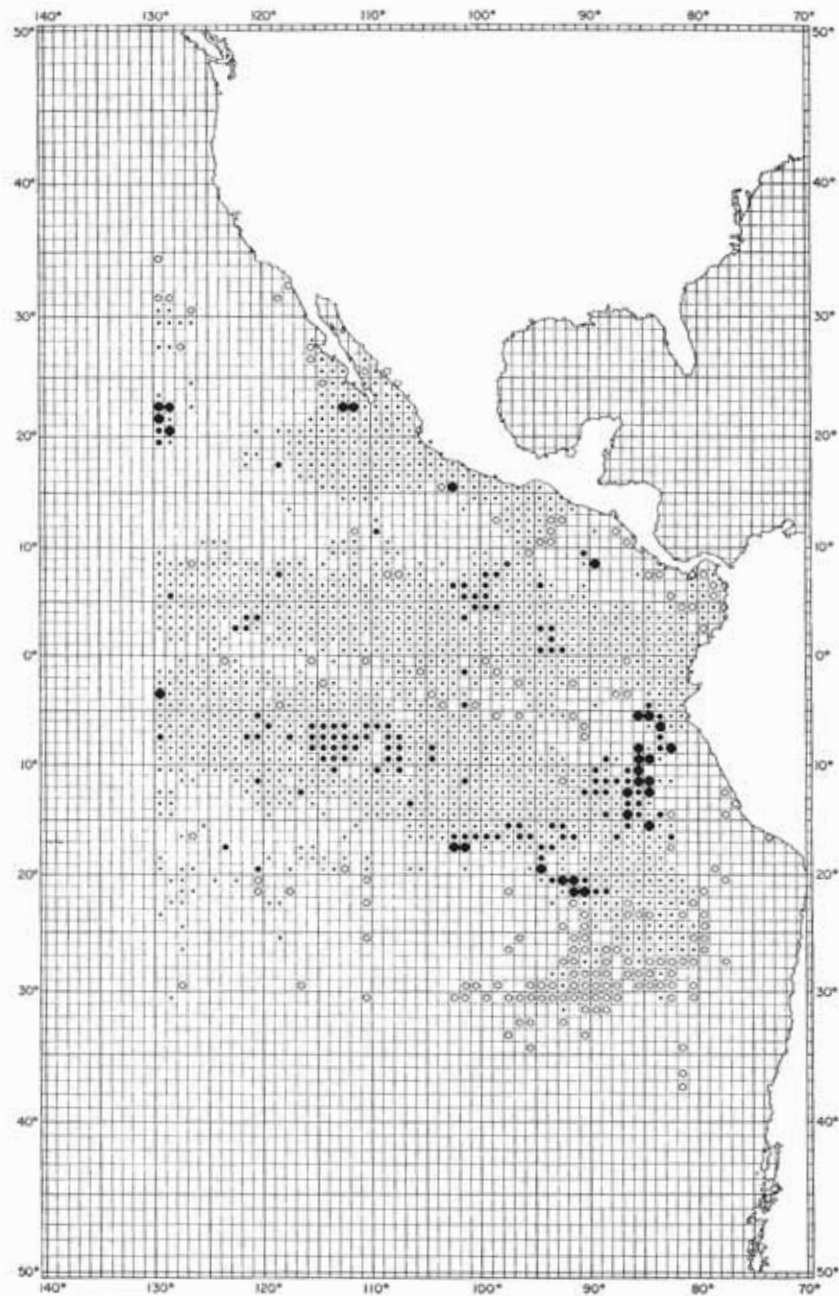


FIGURE 8c. Continued, third quarter.

FIGURA 8c. Continuación, tercer trimestre.

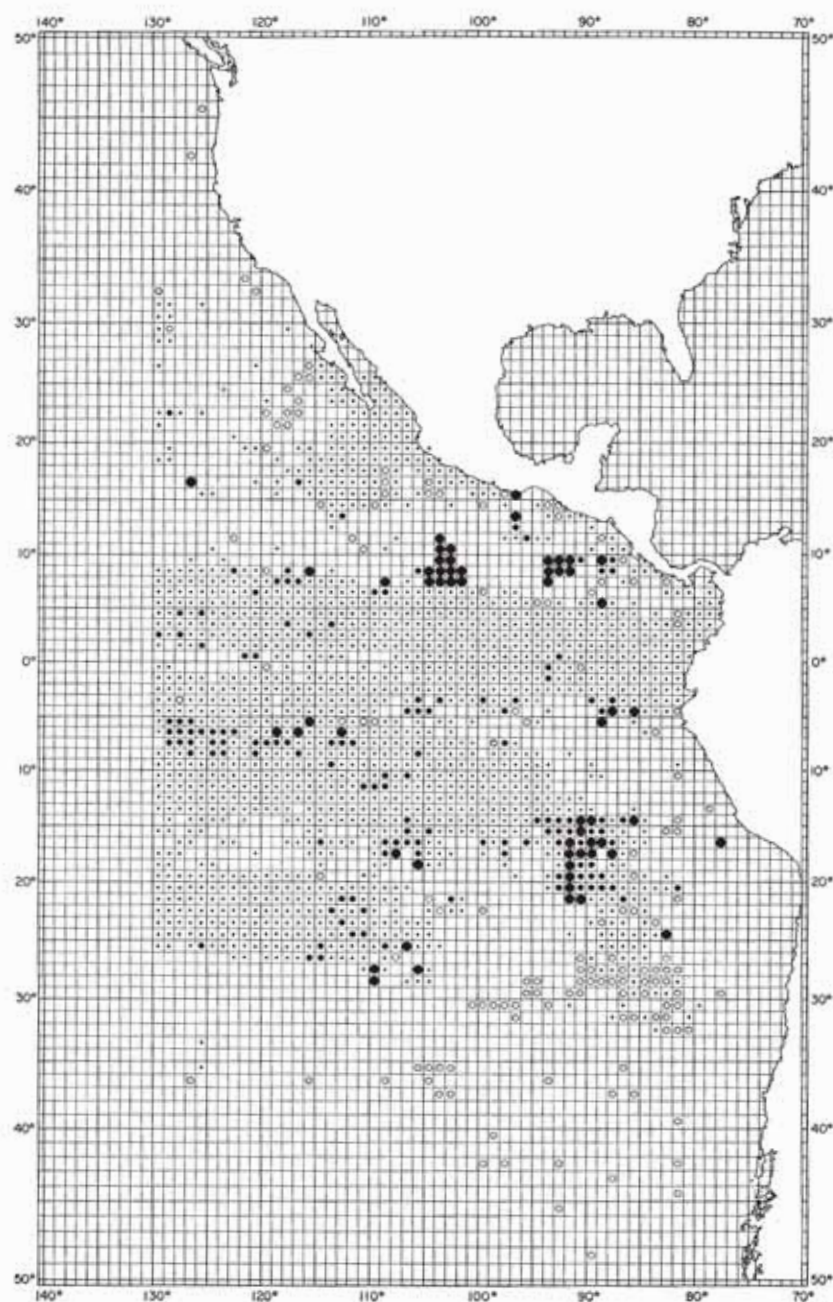


FIGURE 8c. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8c. Continuación, cuarto trimestre.

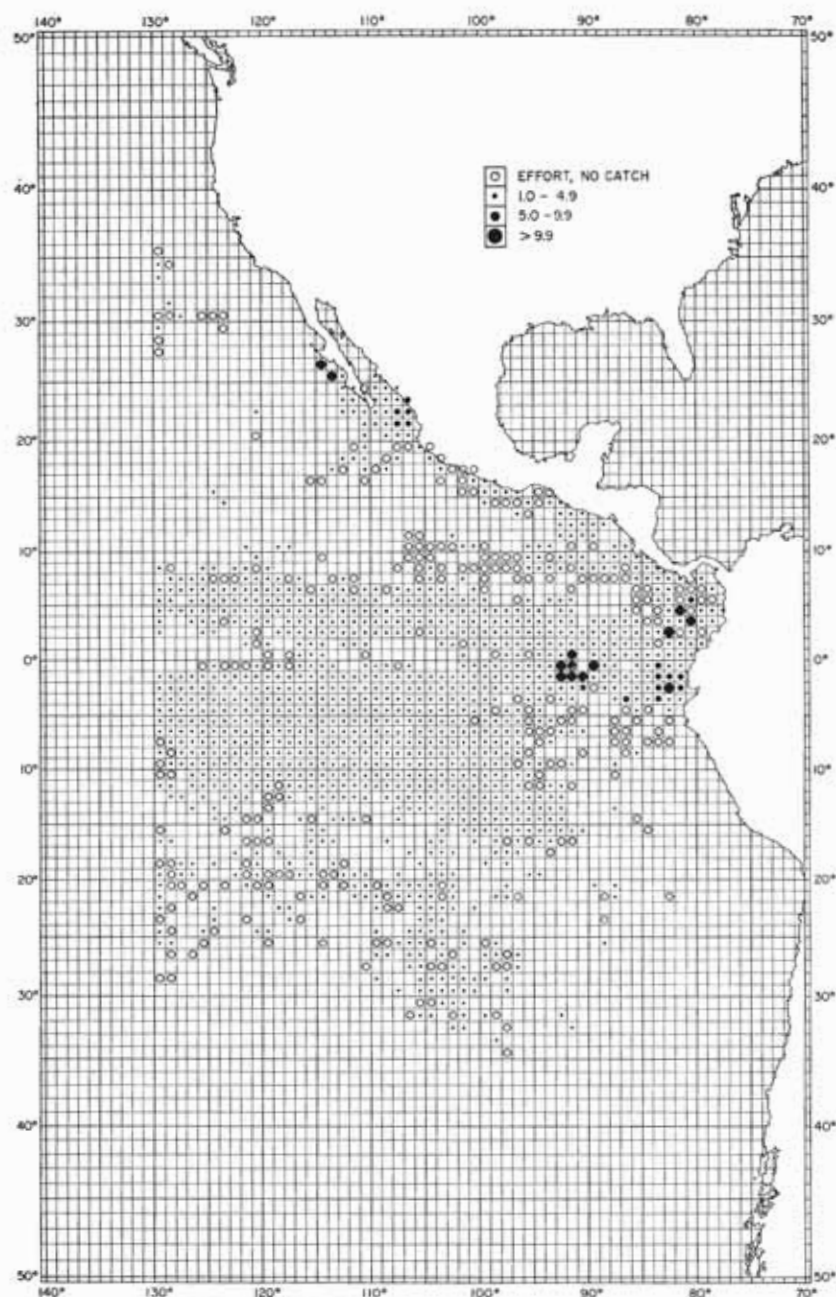


FIGURE 8d. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of swordfish by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8d. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de pez espada capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

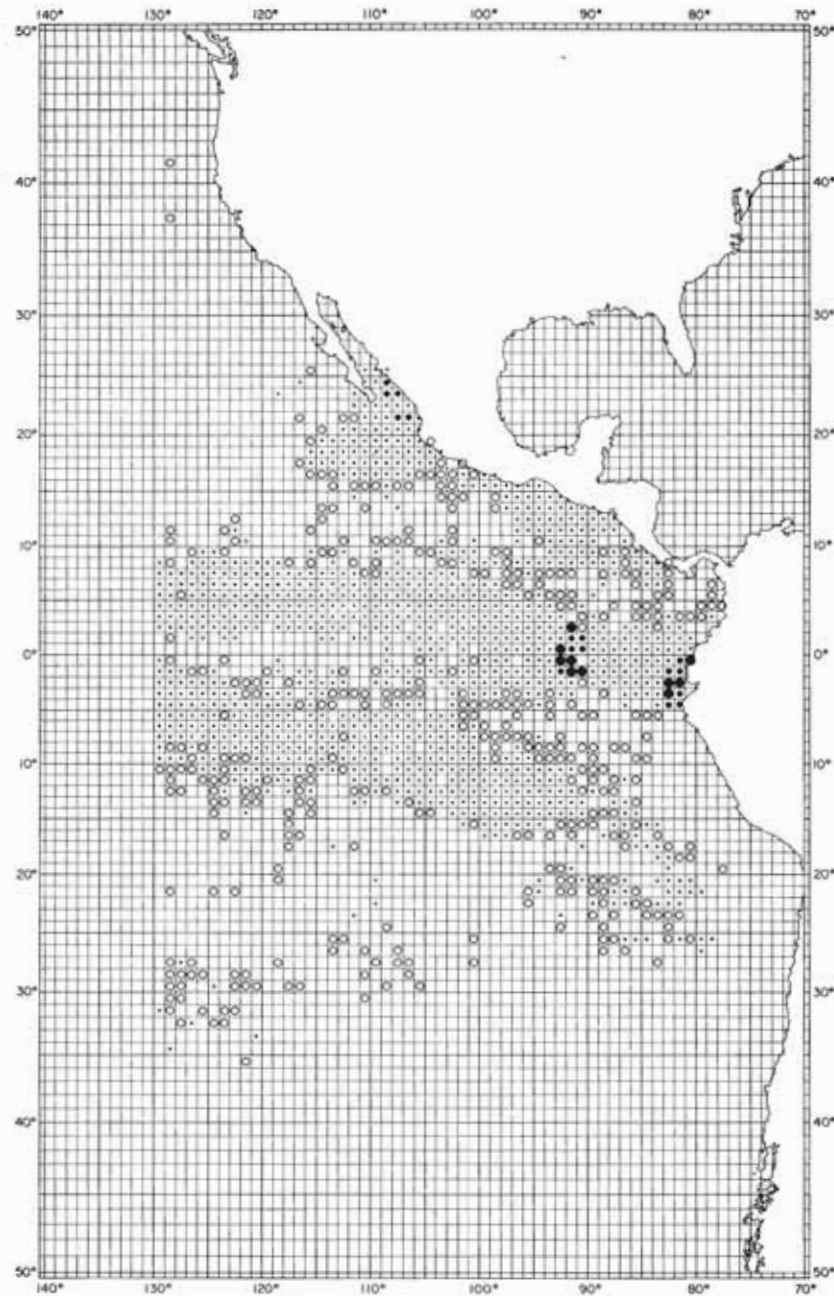


FIGURE 8d. Continued, second quarter.

FIGURA 8d. Continuación, segundo trimestre.

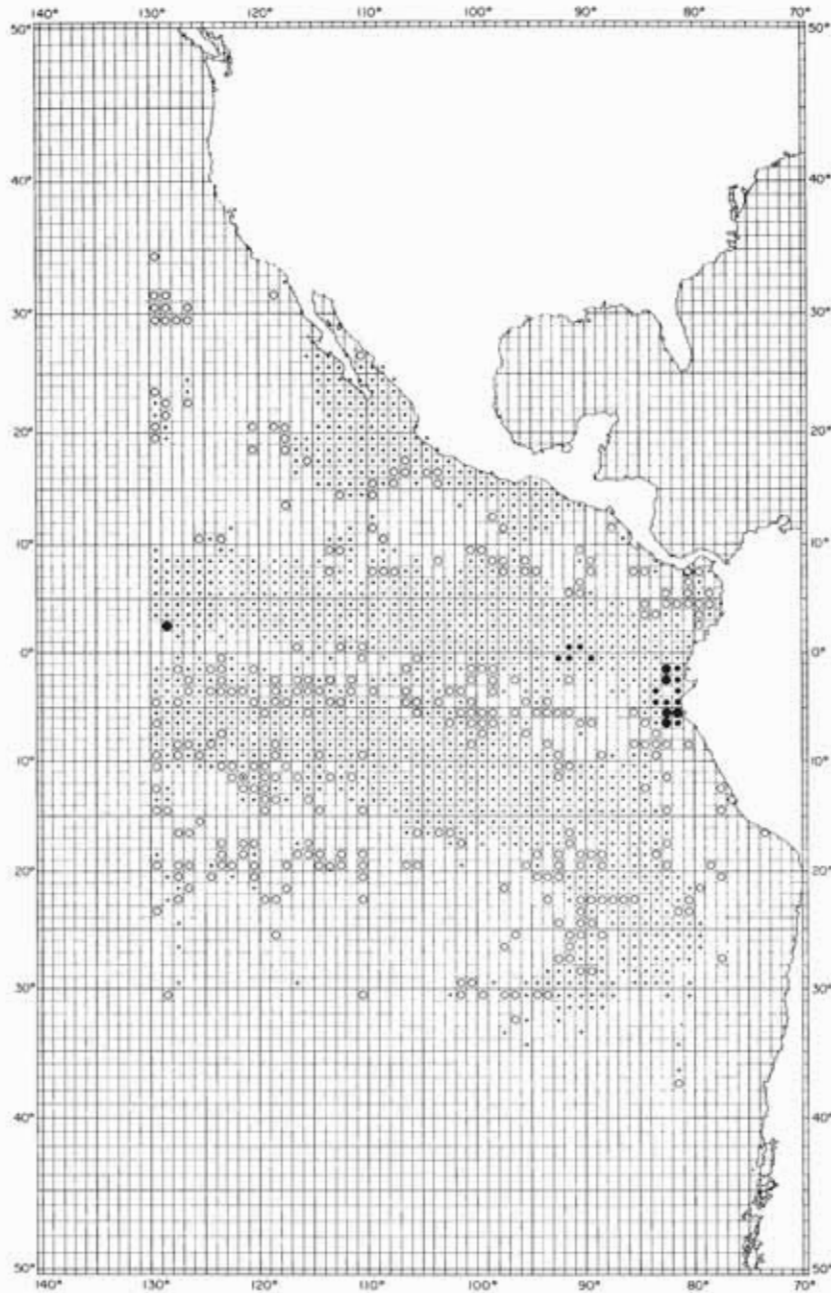


FIGURE 8d. Continued, third quarter.

FIGURA 8d. Continuación, tercer trimestre.

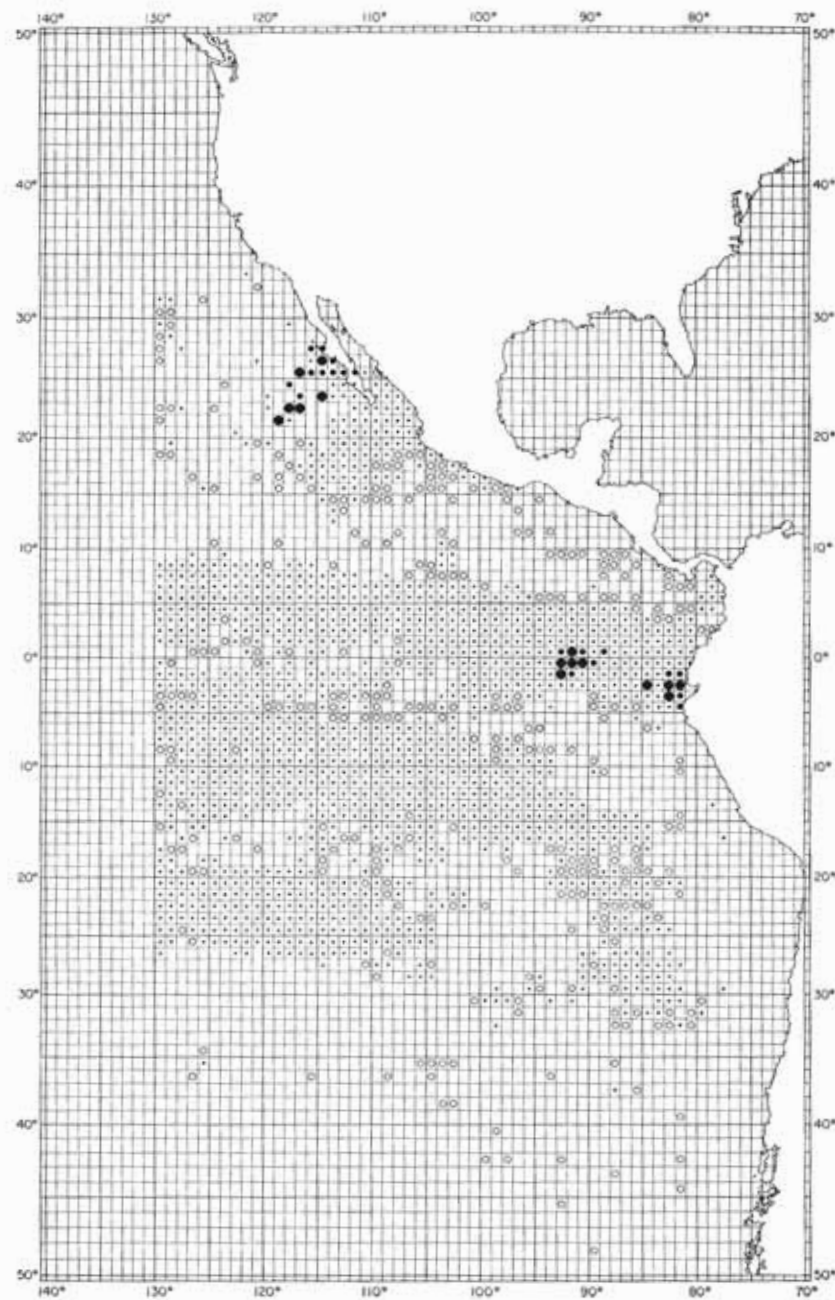


FIGURE 8d. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8d. Continuación, cuarto trimestre.

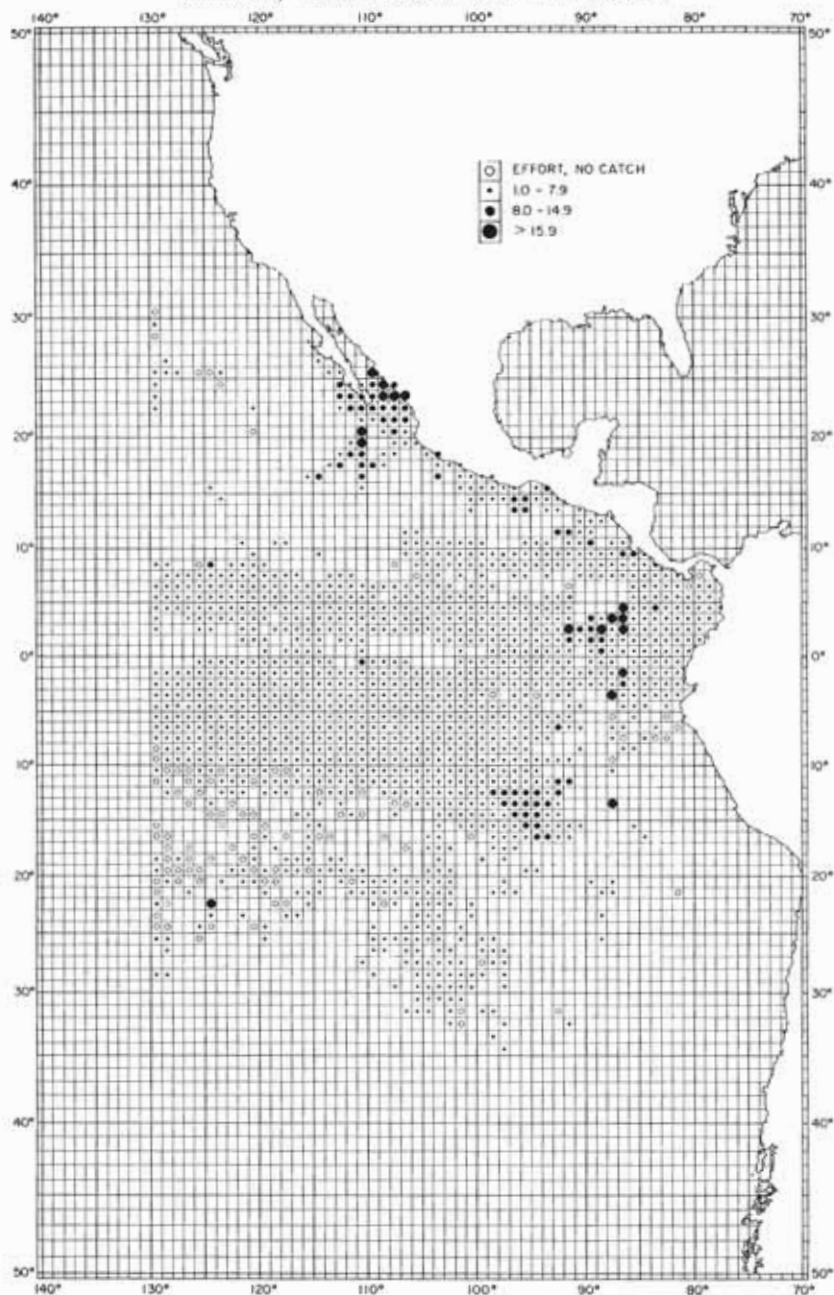


FIGURE 8e. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of striped marlin by 1° areas (averaged over 1967-1970.) (First quarter).

FIGURA 8e. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de marlin rayado capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

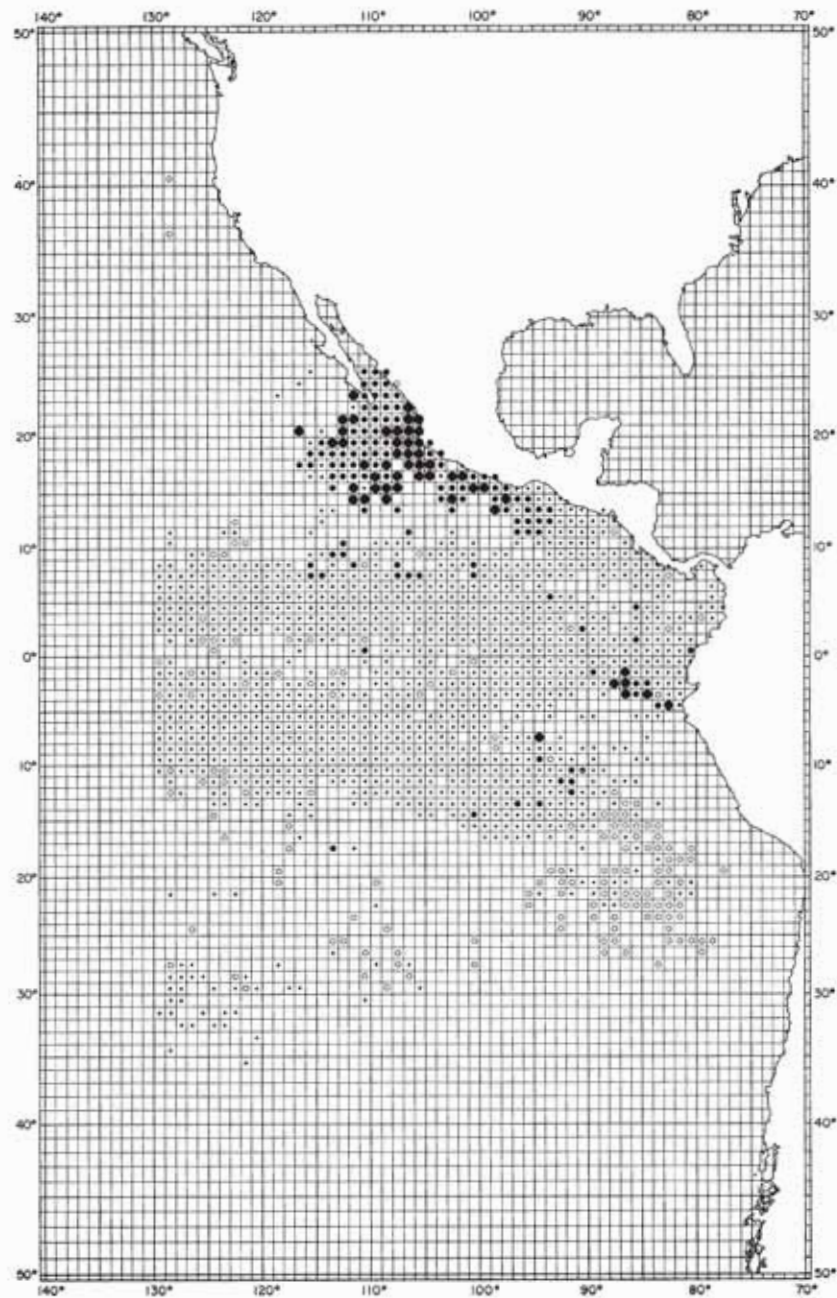


FIGURE 8e. Continued, second quarter.

FIGURA 8e. Continuación, segundo trimestre.

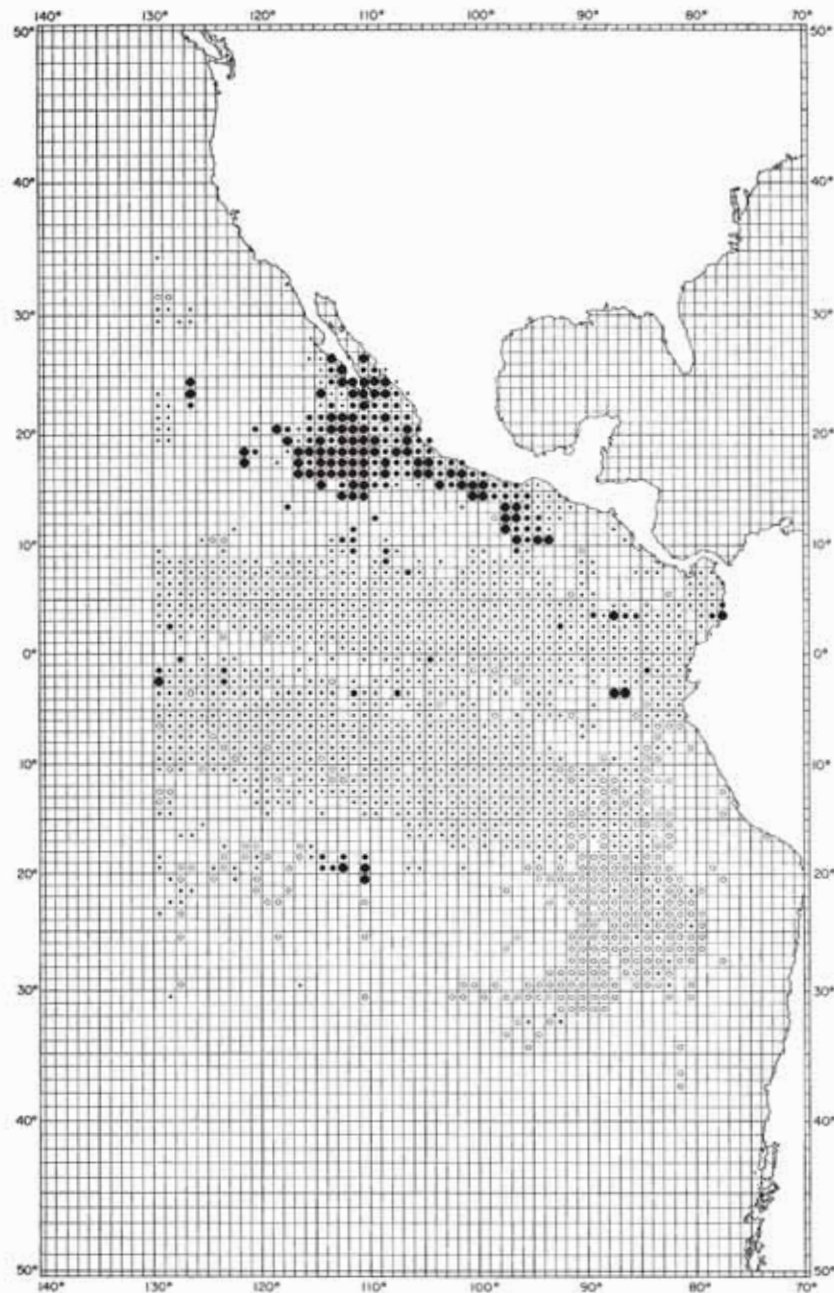


FIGURE 8e. Continued, third quarter.

FIGURA 8e. Continuación, tercer trimestre.

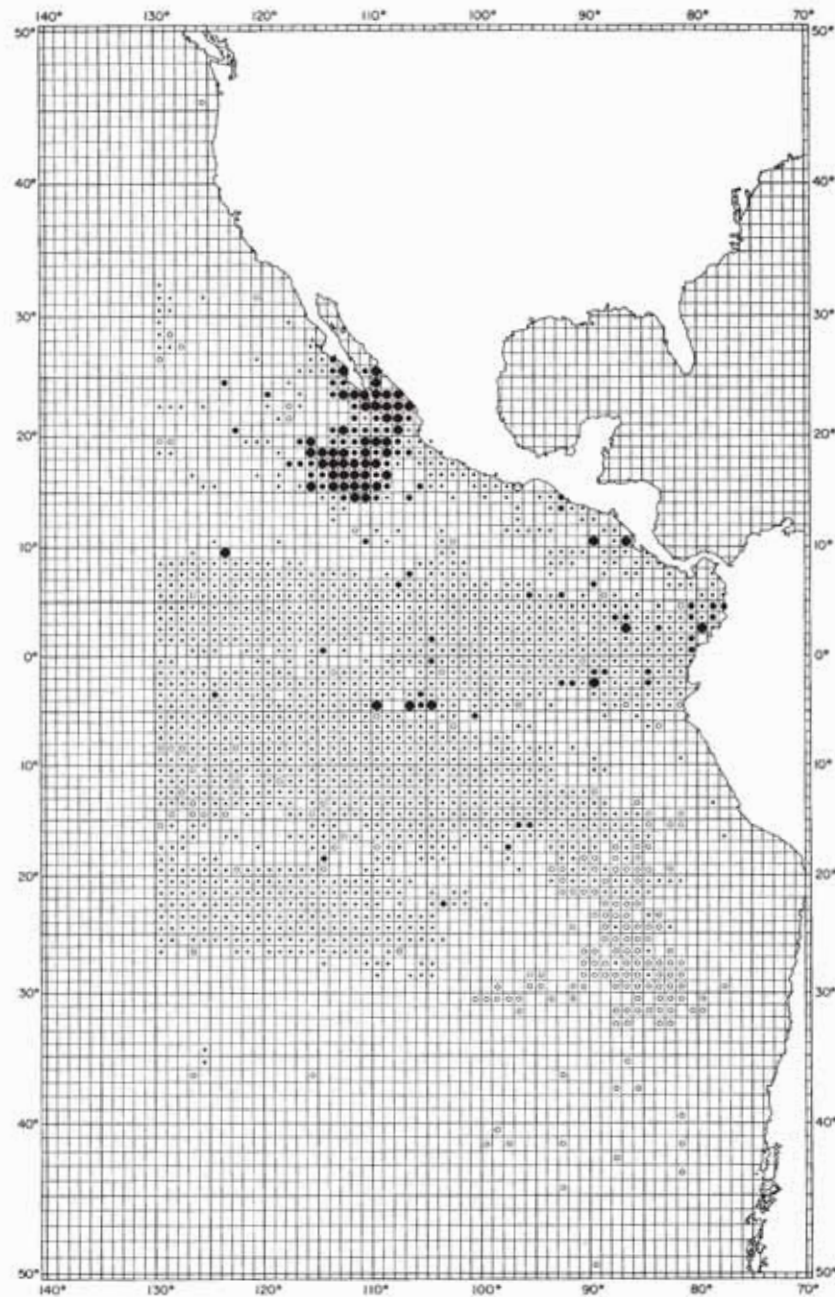


FIGURE 8e. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8e. Continuación, cuarto trimestre.

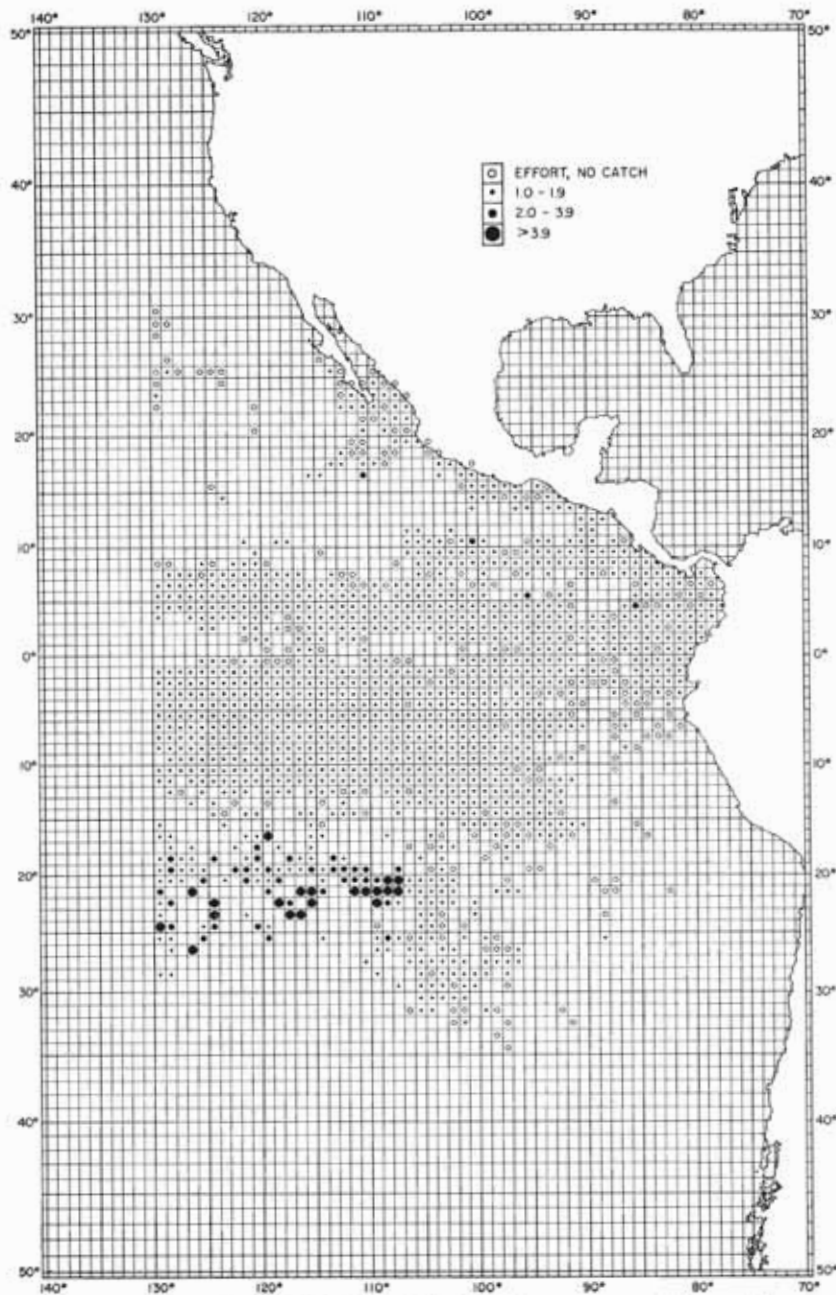


FIGURE 8f. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks, of blue marlin by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8f. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de marlin azul capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

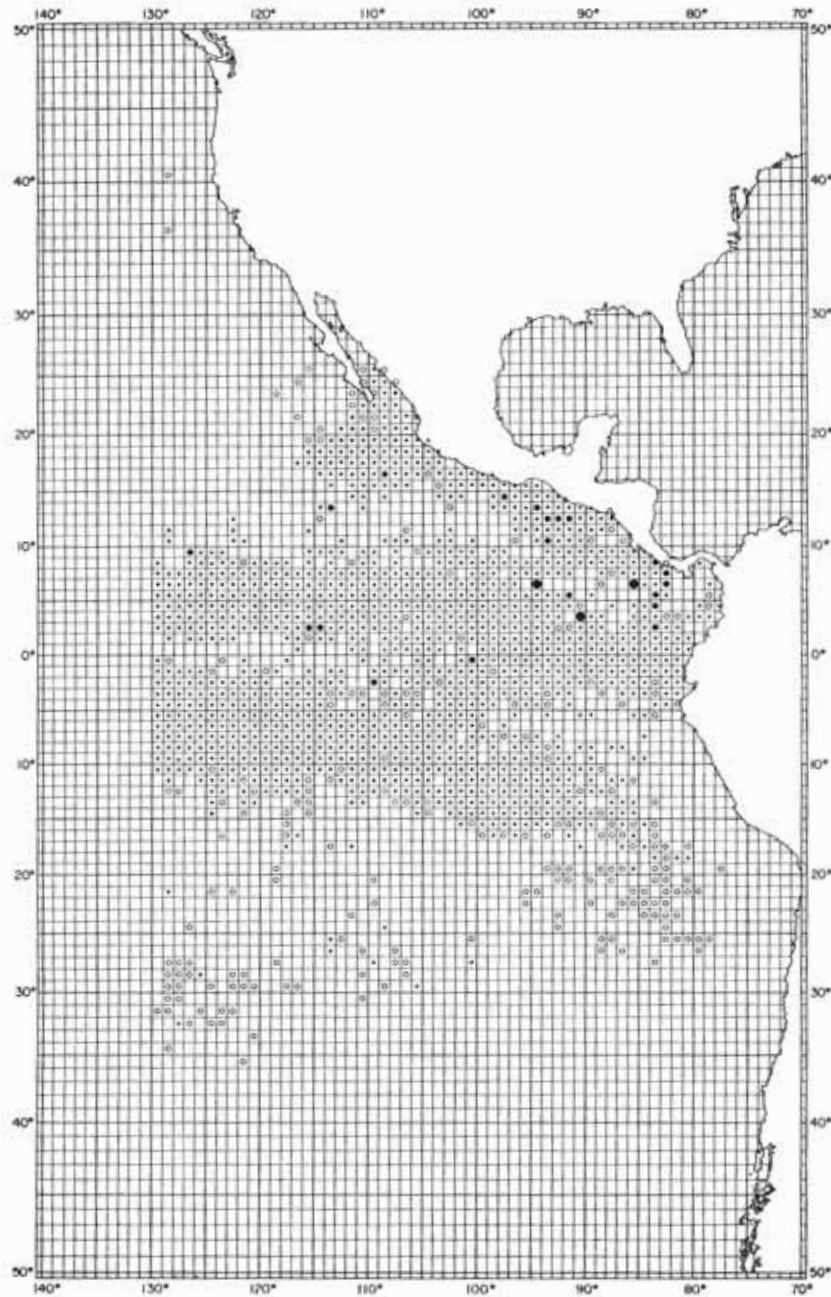


FIGURE 8f. Continued, second quarter.

FIGURA 8f. Continuación, segundo trimestre.

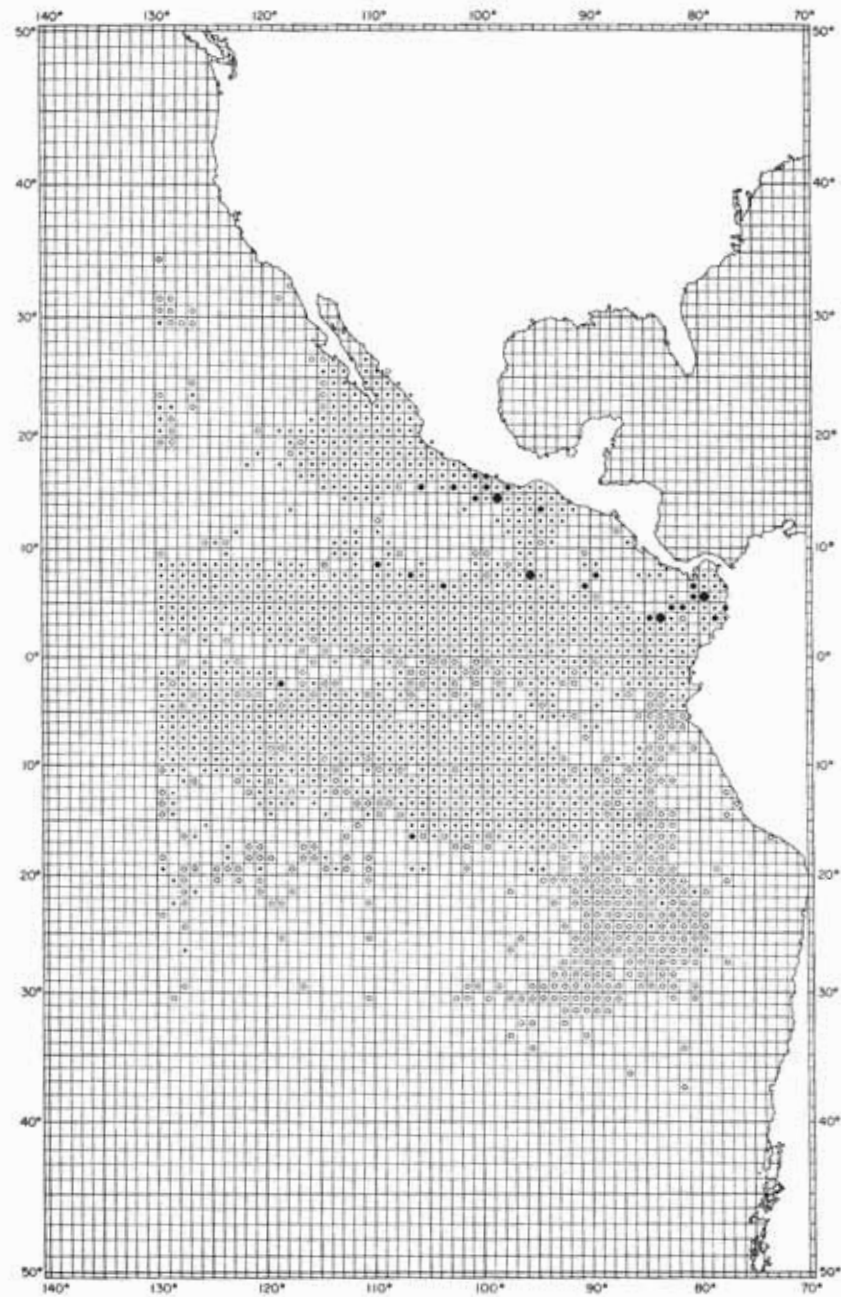


FIGURE 8f. Continued, third quarter.

FIGURA 8f. Continuación, tercer trimestre.

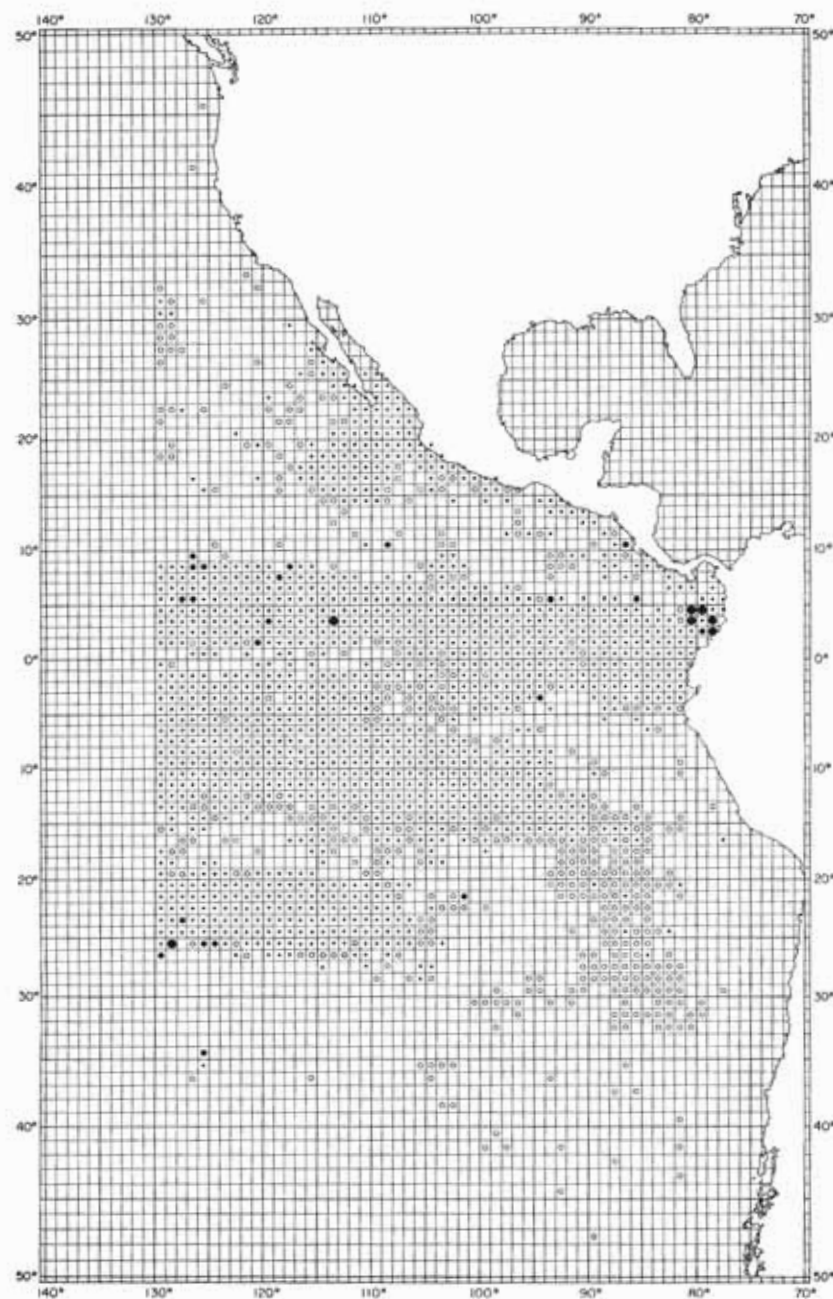


FIGURE 8f. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8f. Continuación, cuarto trimestre.

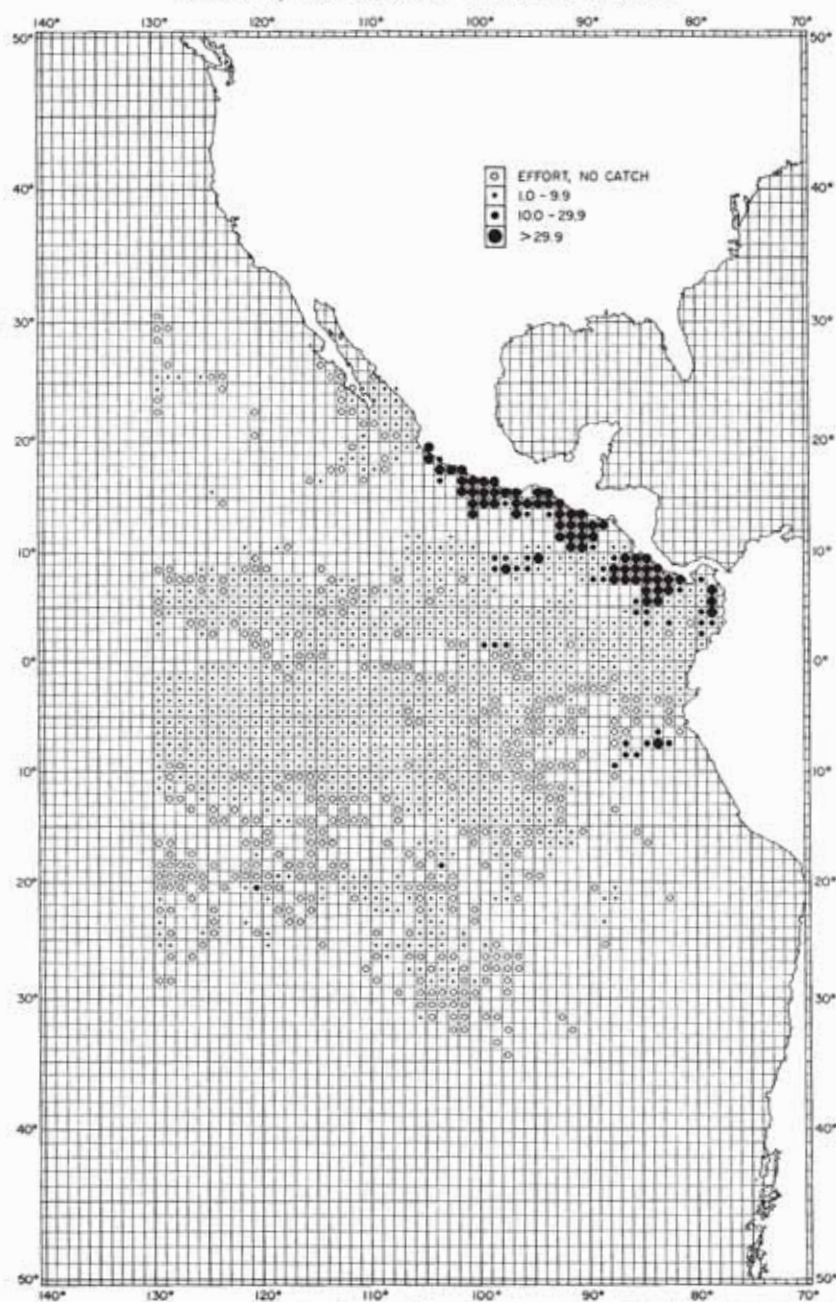


FIGURE 8g. Quarterly distribution of hook rate, expressed in catch per 1,000 hooks of sailfish and shortbill spearfish by 1° areas (averaged over 1967-1970). (First quarter).

FIGURA 8g. Distribución trimestral del índice de captura por anzuelo (ICPA), expresada por la cantidad de pez vela y pez aguja corta capturada con 1,000 anzuelos, por áreas de 1° (promediada desde 1967 a 1970). (Primer trimestre).

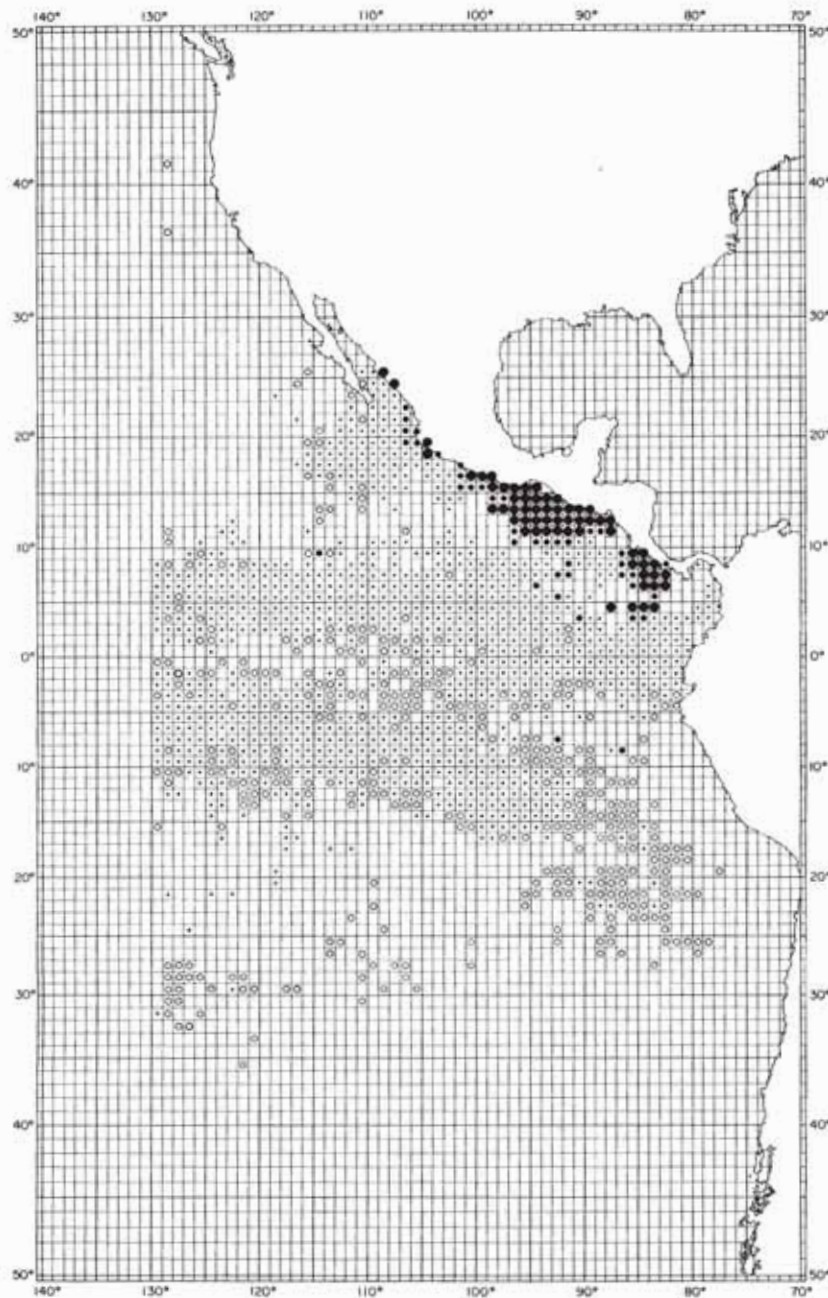


FIGURE 8g. Continued, second quarter.

FIGURA 8g. Continuación, segundo trimestre.

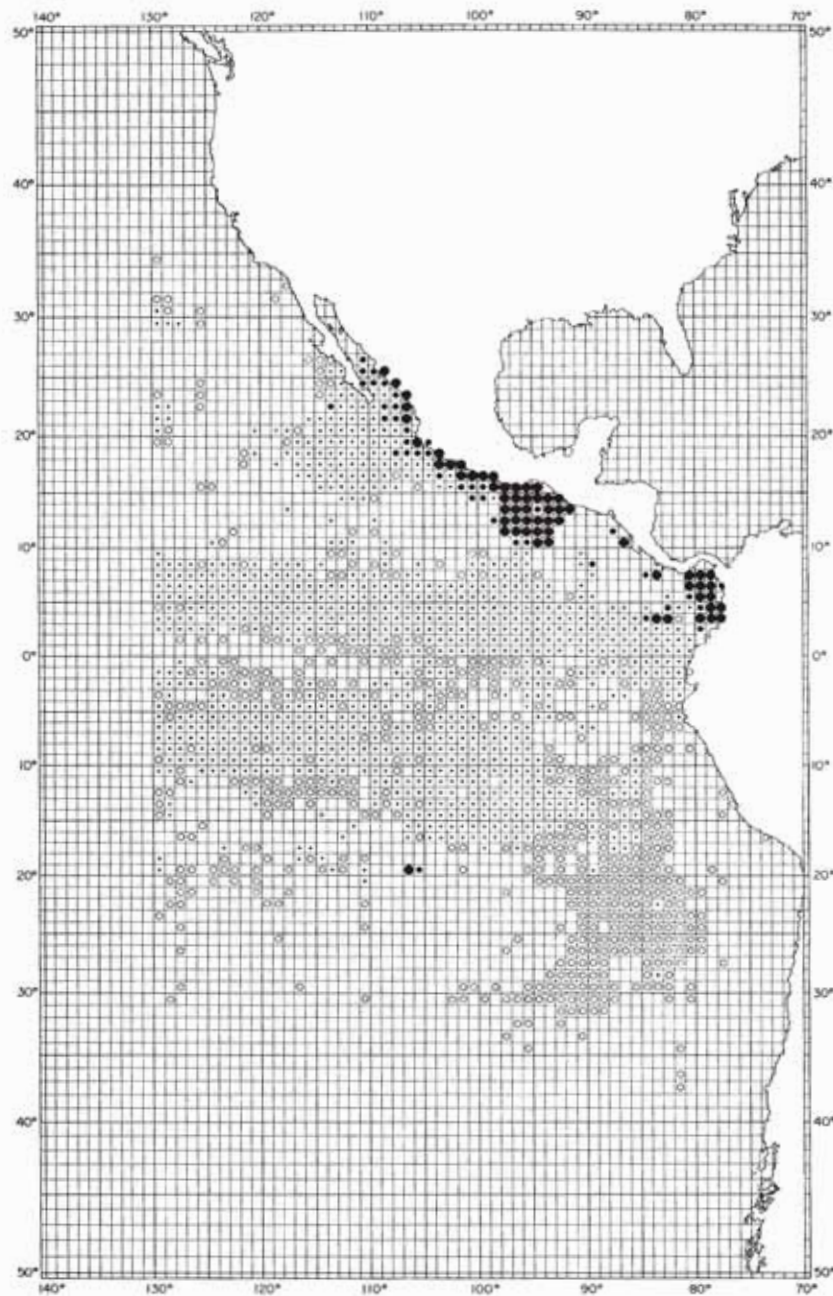


FIGURE 8g. Continued, third quarter.

FIGURA 8g. Continuación, tercer trimestre.

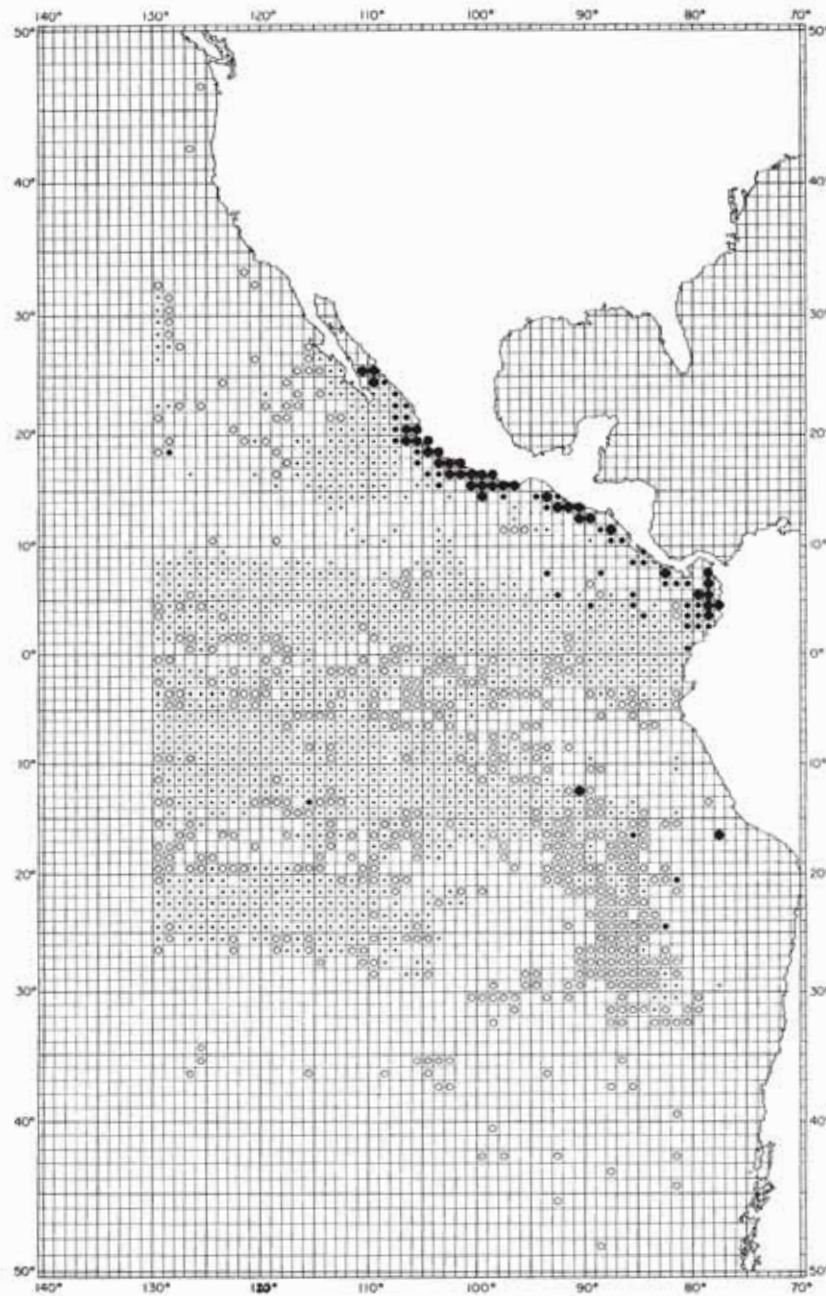


FIGURE 8g. Continued, fourth quarter.

FIGURA 8g. Continuación, cuarto trimestre.

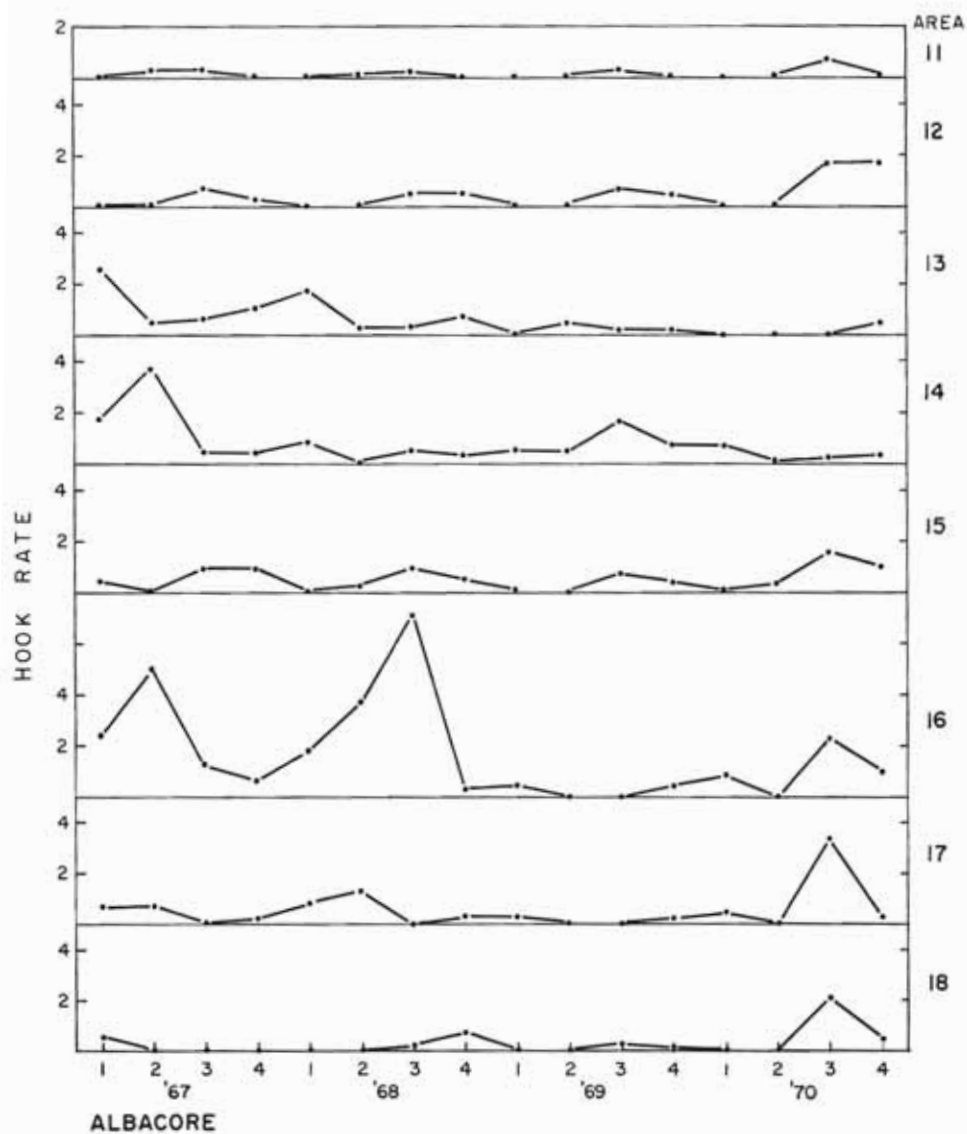


FIGURE 9a. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for albacore, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9a. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de albacora obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

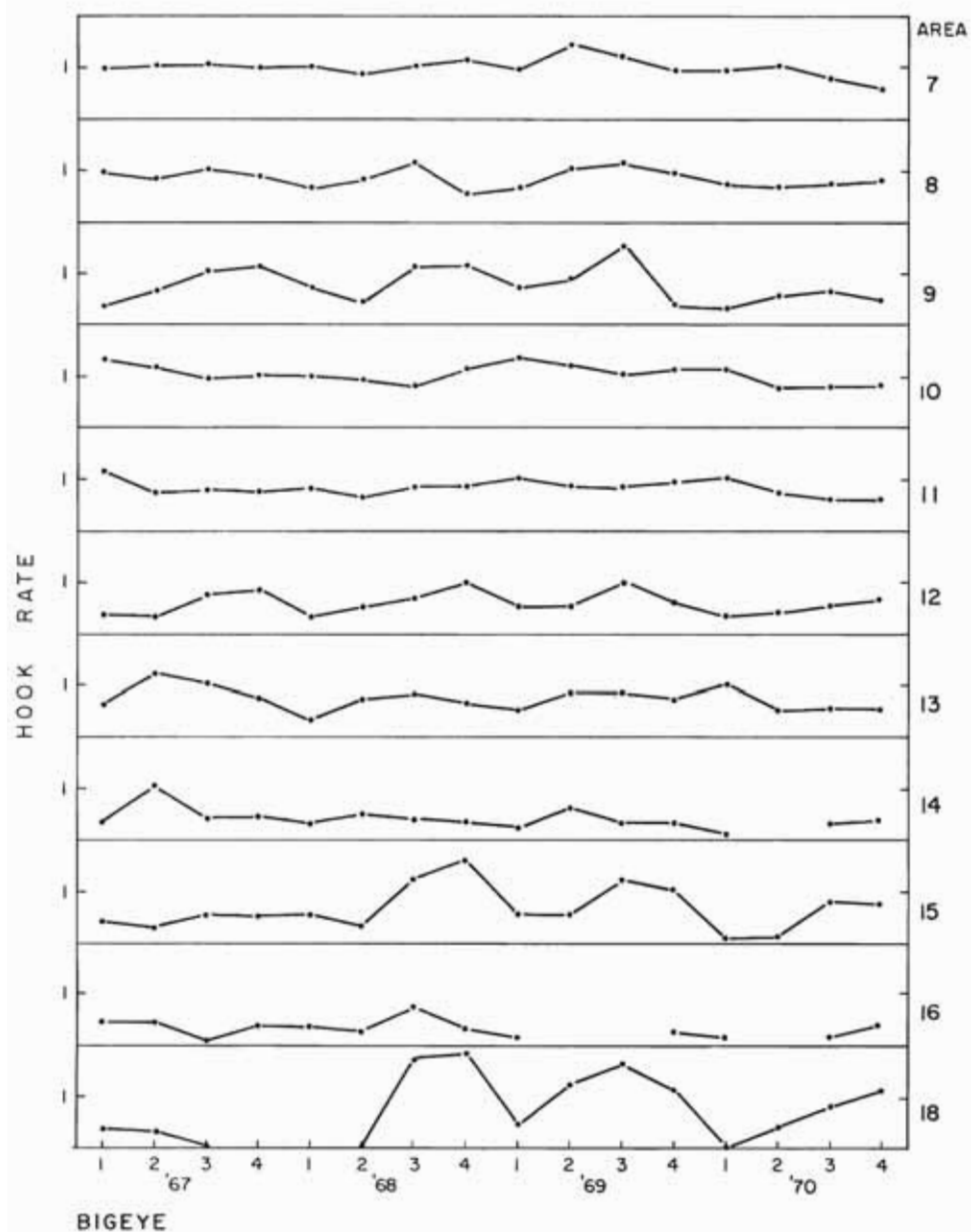


FIGURE 9b. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for bigeye, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9b. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de patudo obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

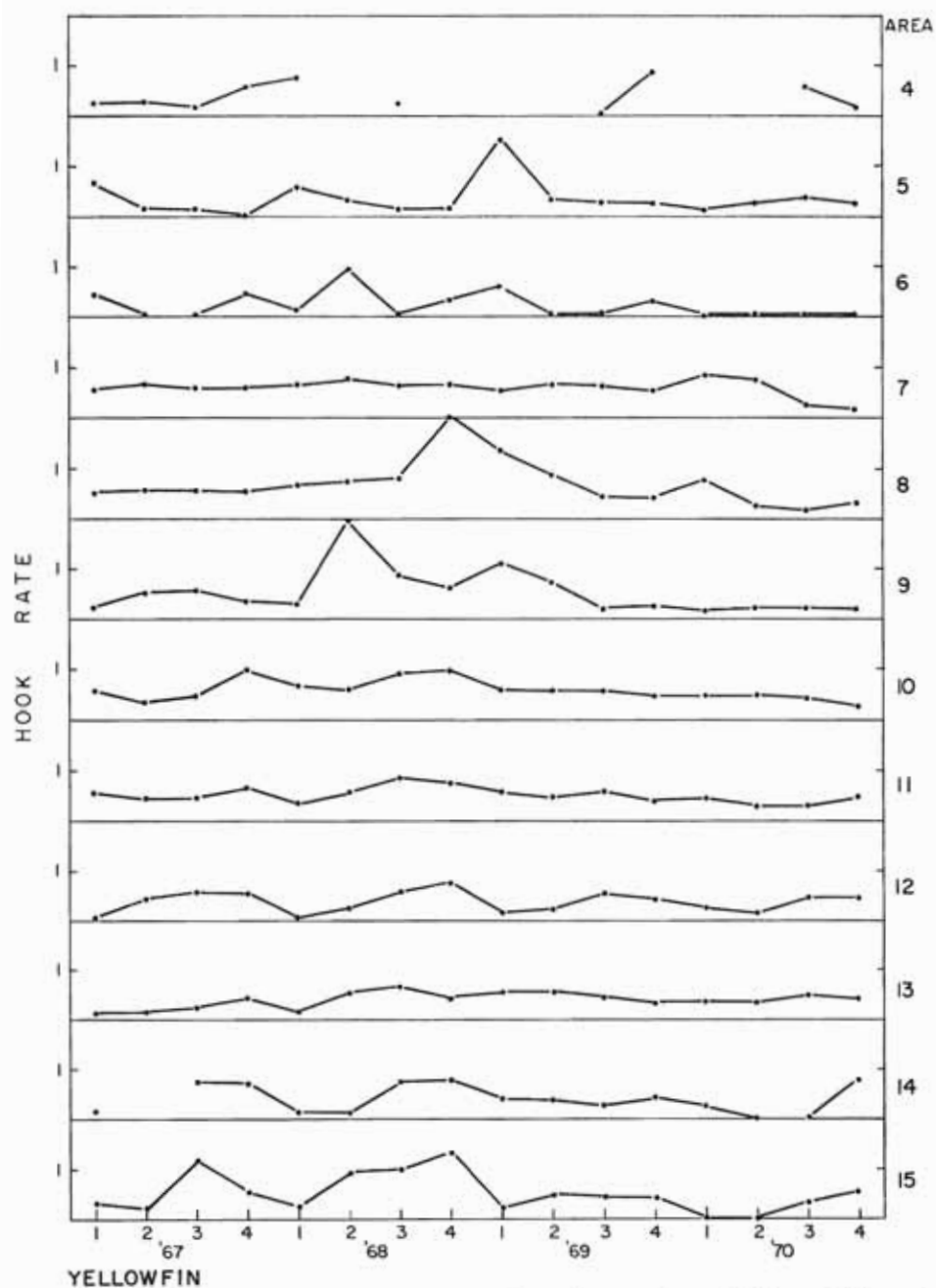


FIGURE 9c. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for yellowfin, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9c. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de atún aleta amarilla obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

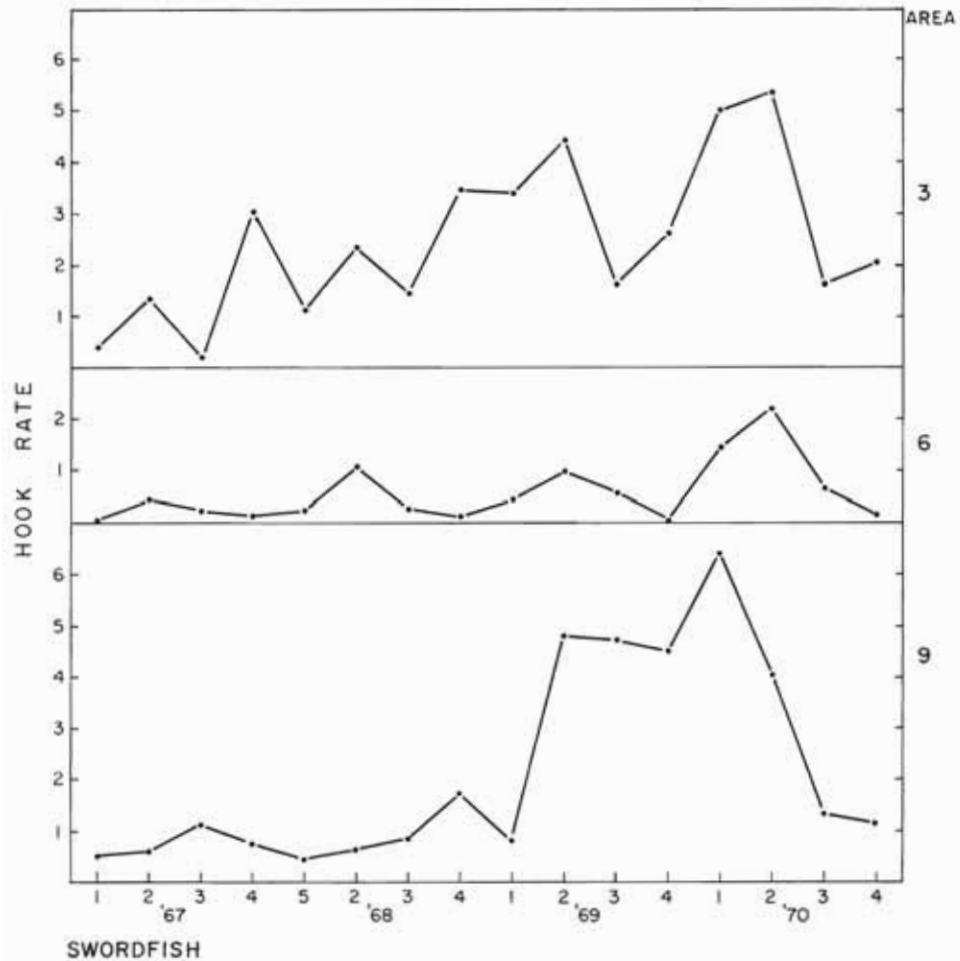


FIGURE 9d. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for swordfish, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9d. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de pez espada obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

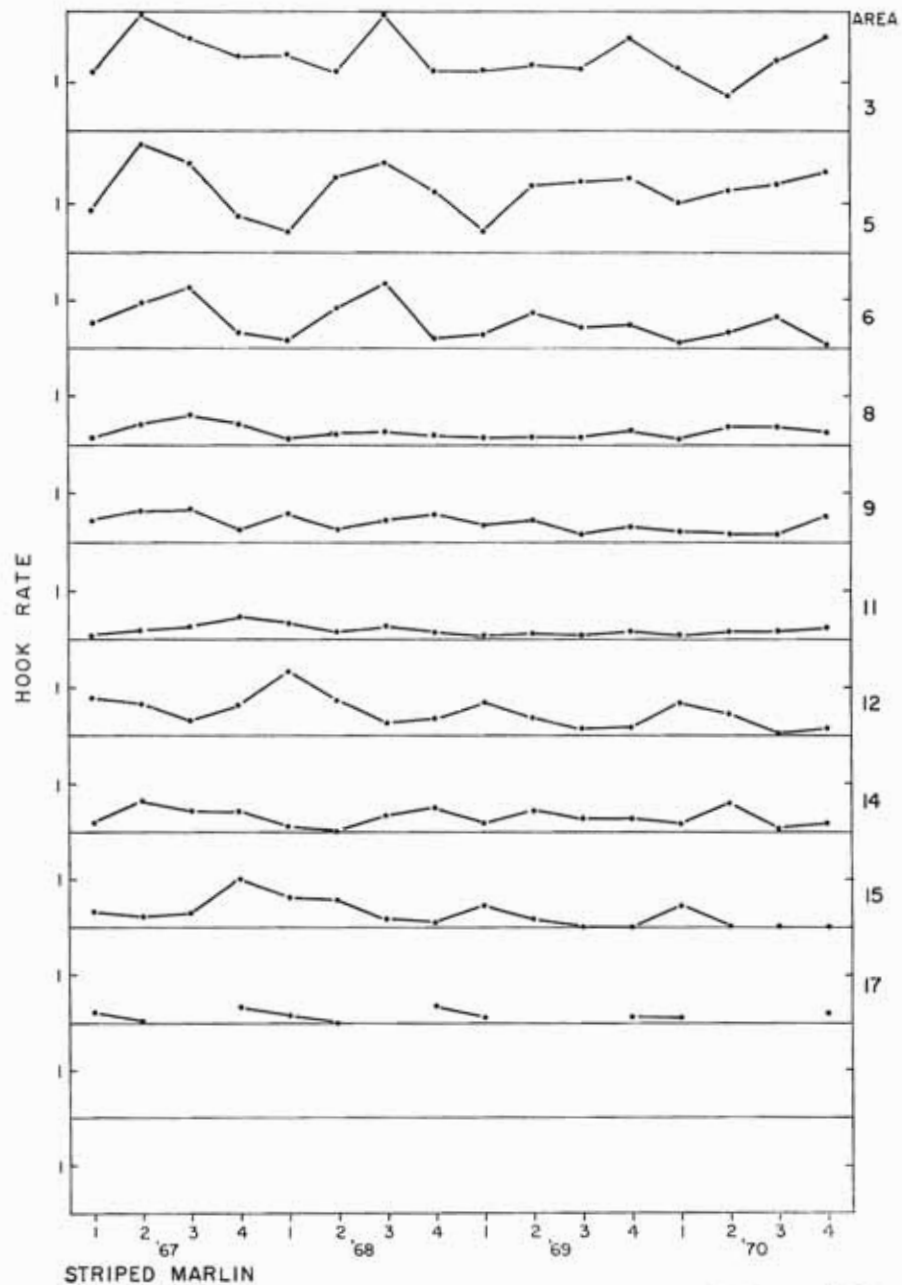


FIGURE 9e. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for striped marlin, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9e. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de marlín rayado obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

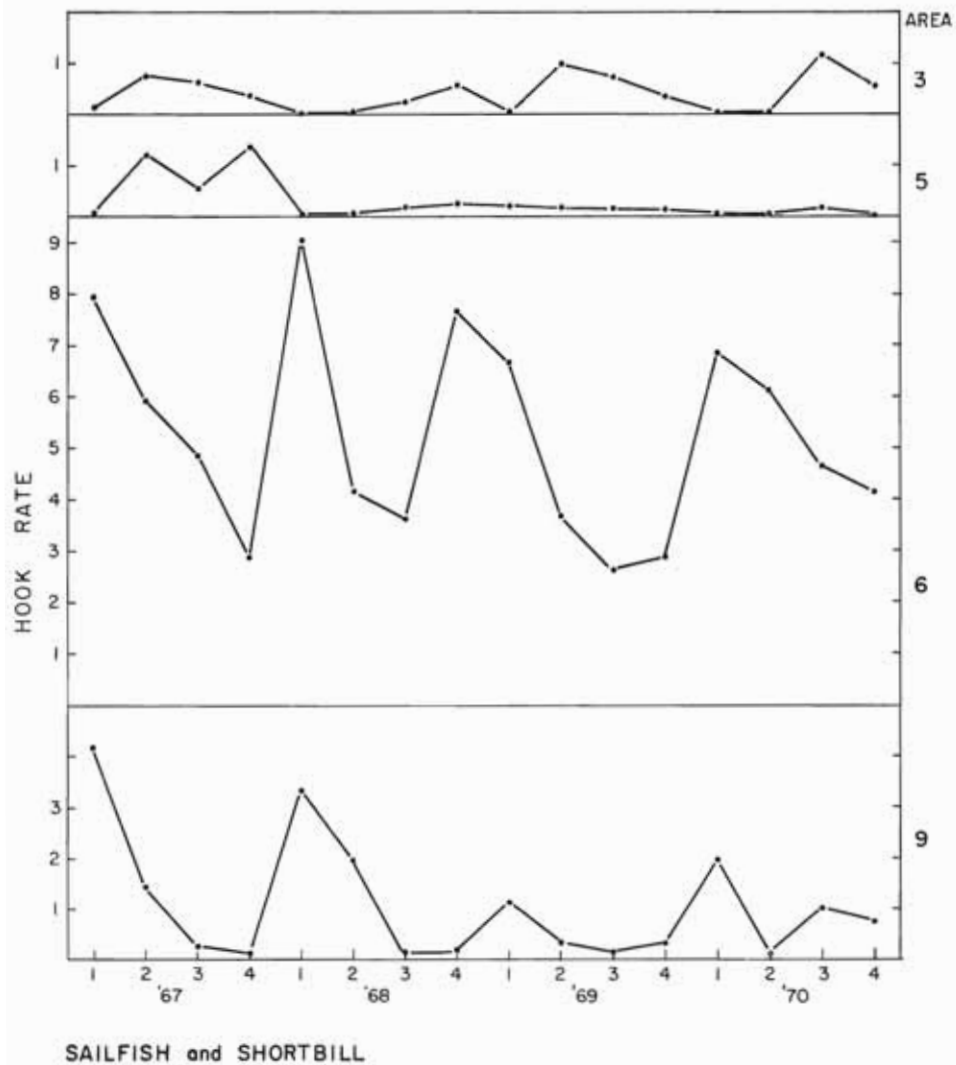


FIGURE 9f. Quarterly hook rates expressed as the number of fish per 100 hooks for sailfish and shortbill spearfish, by major fishing areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 9f. ICPA trimestral, expresado como la cantidad de pez vela y pez aguja corta obtenida por 100 anzuelos, por áreas principales de pesca en el Pacífico oriental, 1967-1970.

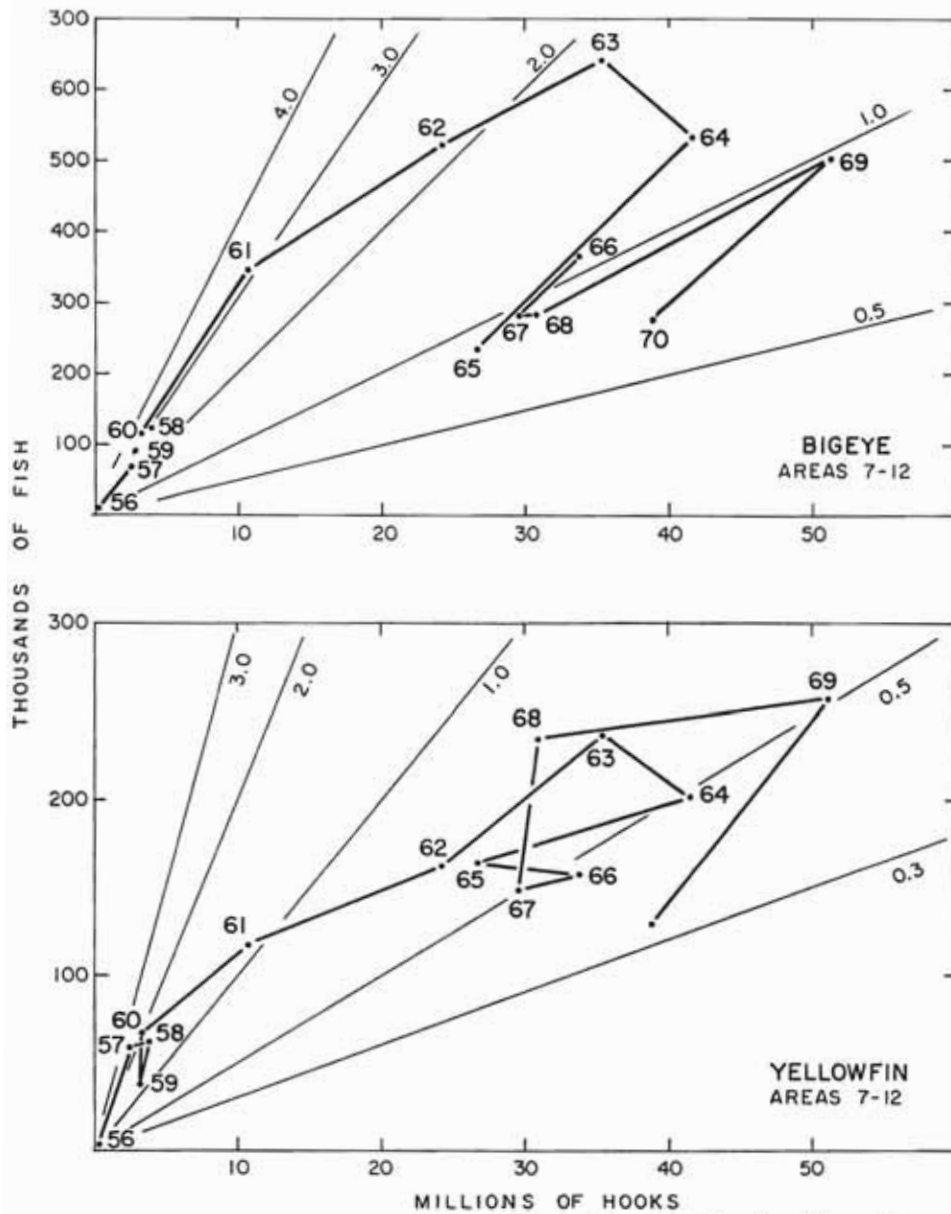


FIGURE 10. Relation between the estimated catch and effort for bigeye (upper panel) and yellowfin (lower panel) in areas 7 to 12 of the eastern Pacific longline fishing grounds, 1956-1970. The fine lines in the figure denote hook rates of different intensities.

FIGURA 10. Relación entre la captura estimada y el esfuerzo para el patudo (recuadro superior) y el aleta amarilla (recuadro inferior), en las áreas 7 a 12 de las regiones de pesca palangreras del Pacífico oriental, 1956-1970. Las líneas delgadas en la figura, indican el ICPA a diferentes intensidades.

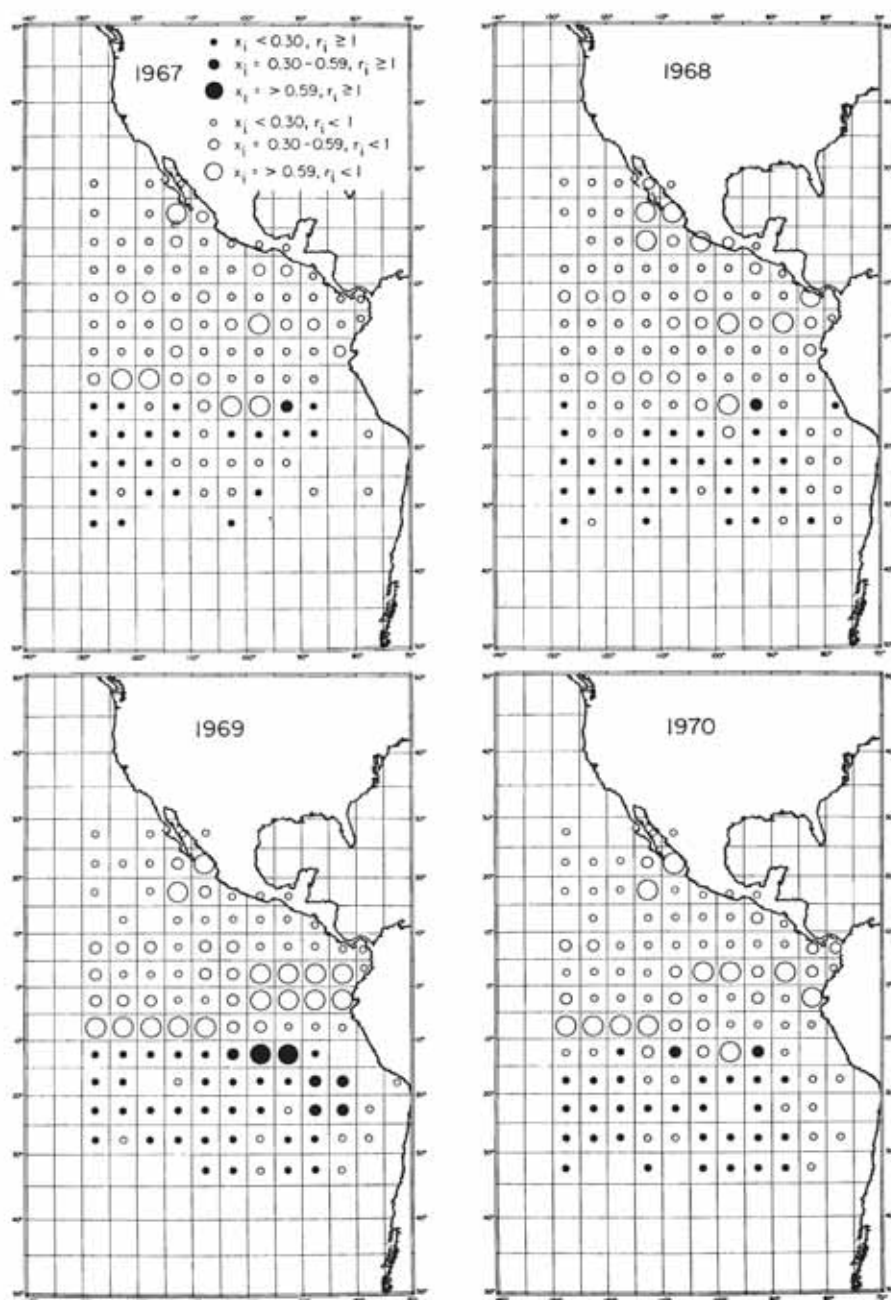


FIGURE 11a. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of albacore (r_i).

FIGURA 11a. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del albacora.

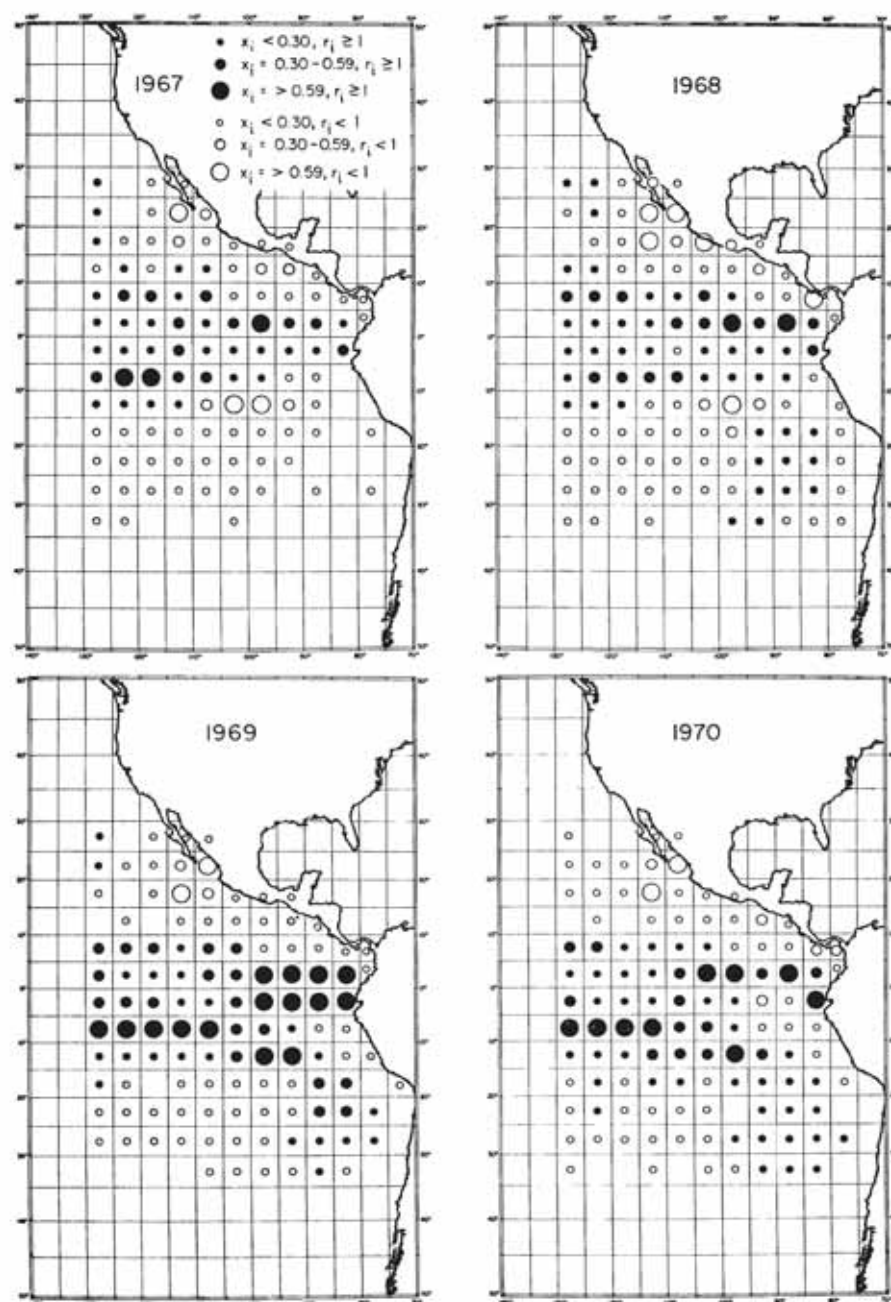


FIGURE 11b. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of bigeye (r_i).

FIGURA 11b. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del patudo.

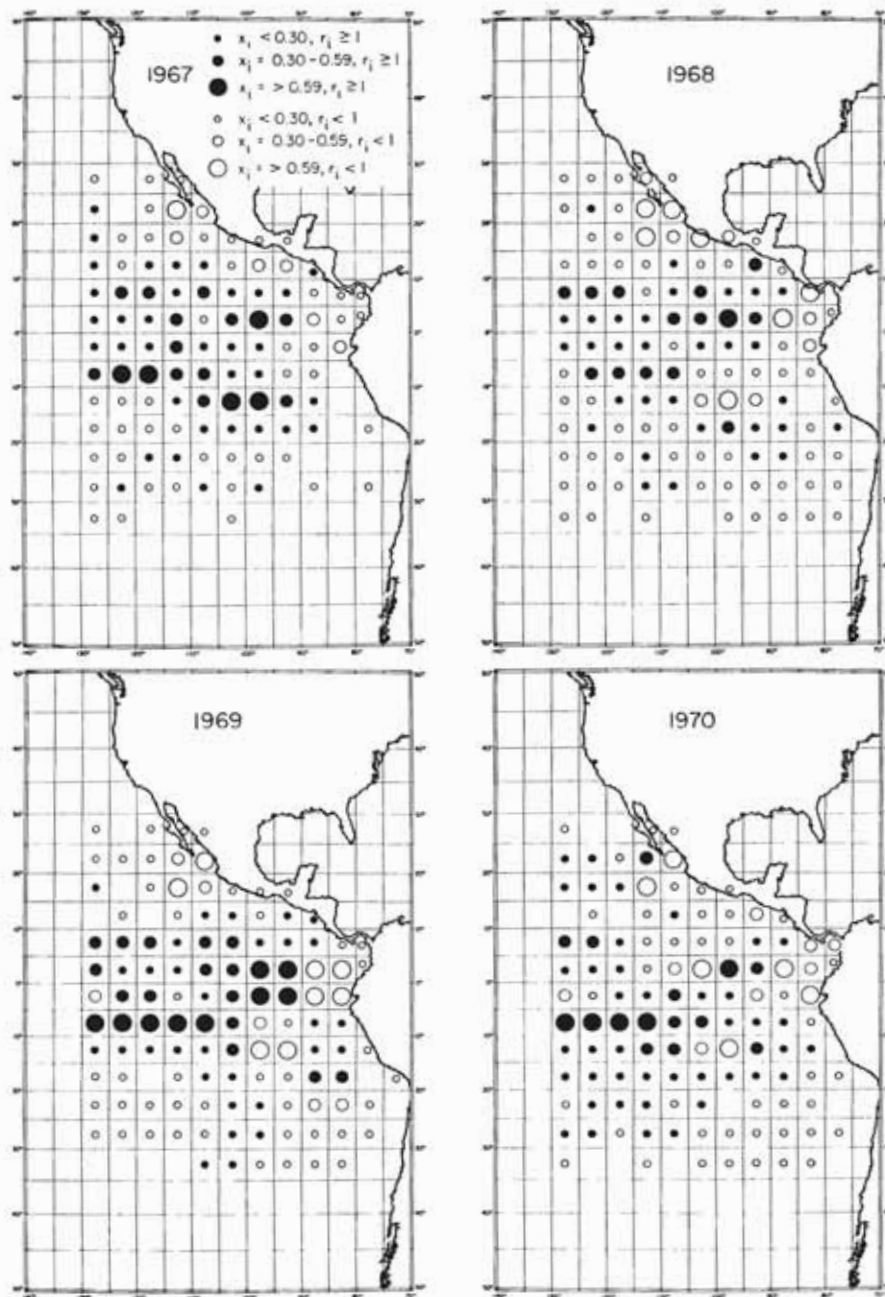


FIGURE 11c. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of yellowfin (r_i).

FIGURA 11c. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del aleta amarilla.

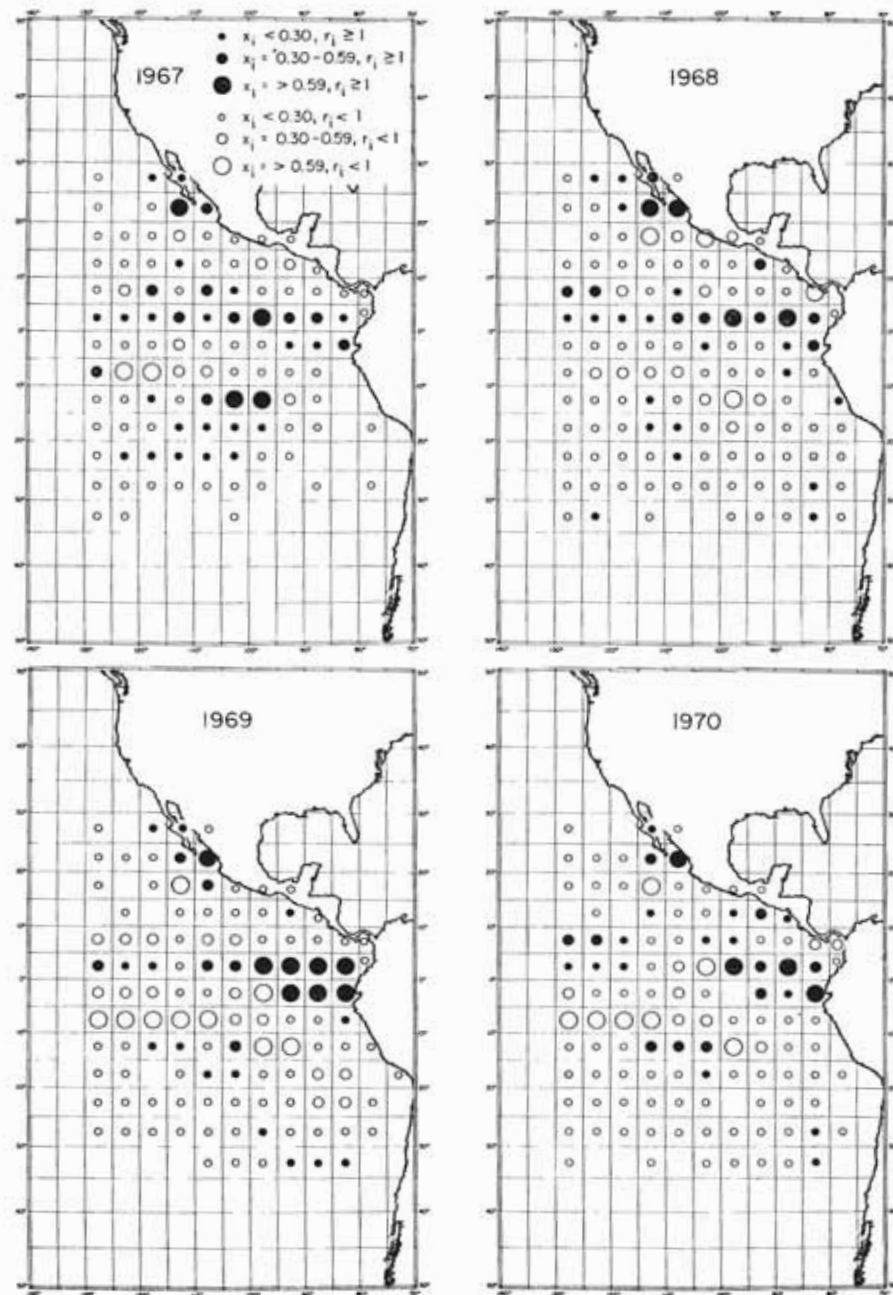


FIGURE 11d. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of swordfish (r_i).

FIGURA 11d. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del pez espada.

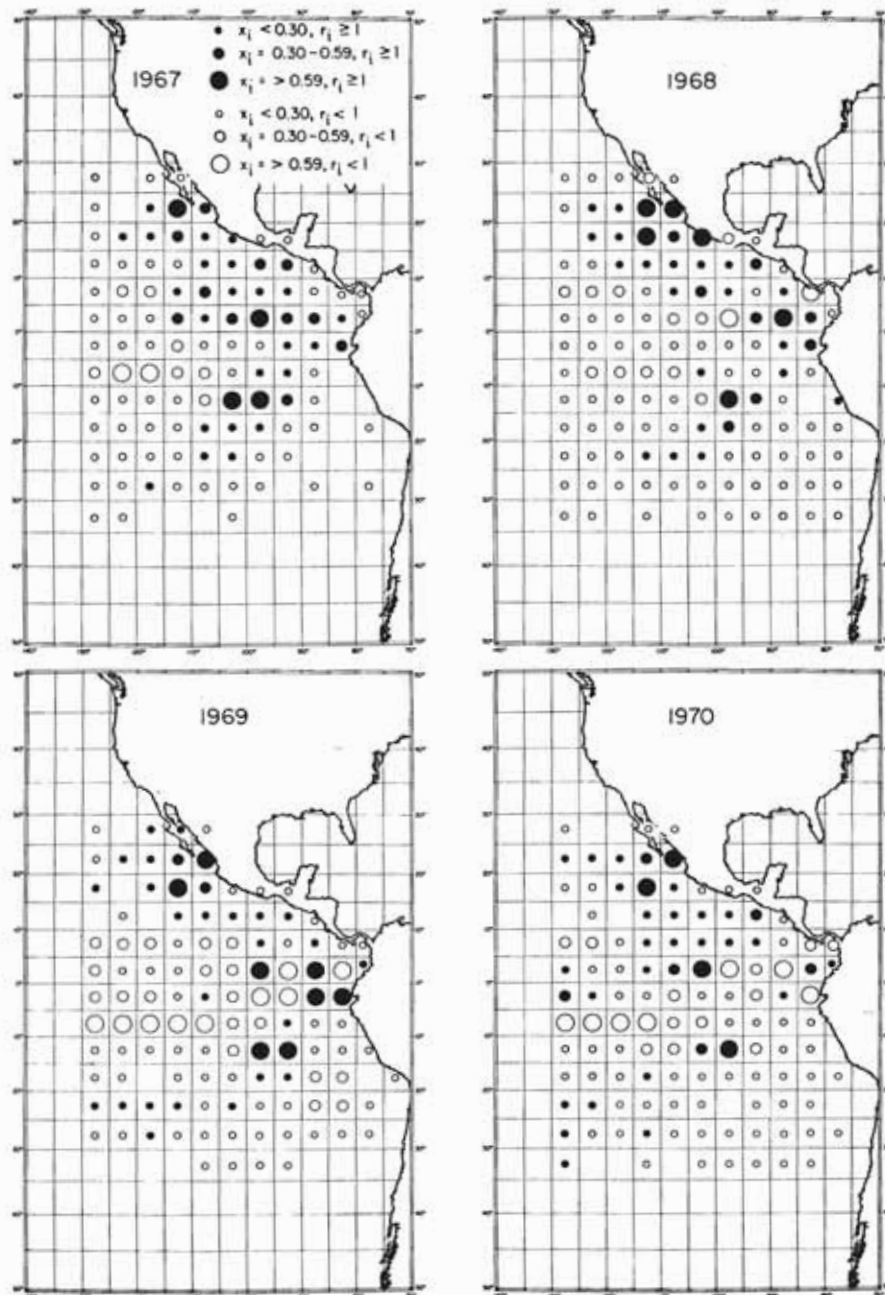


FIGURE 11e. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of striped marlin (r_i).

FIGURA 11e. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del marlín rayado.

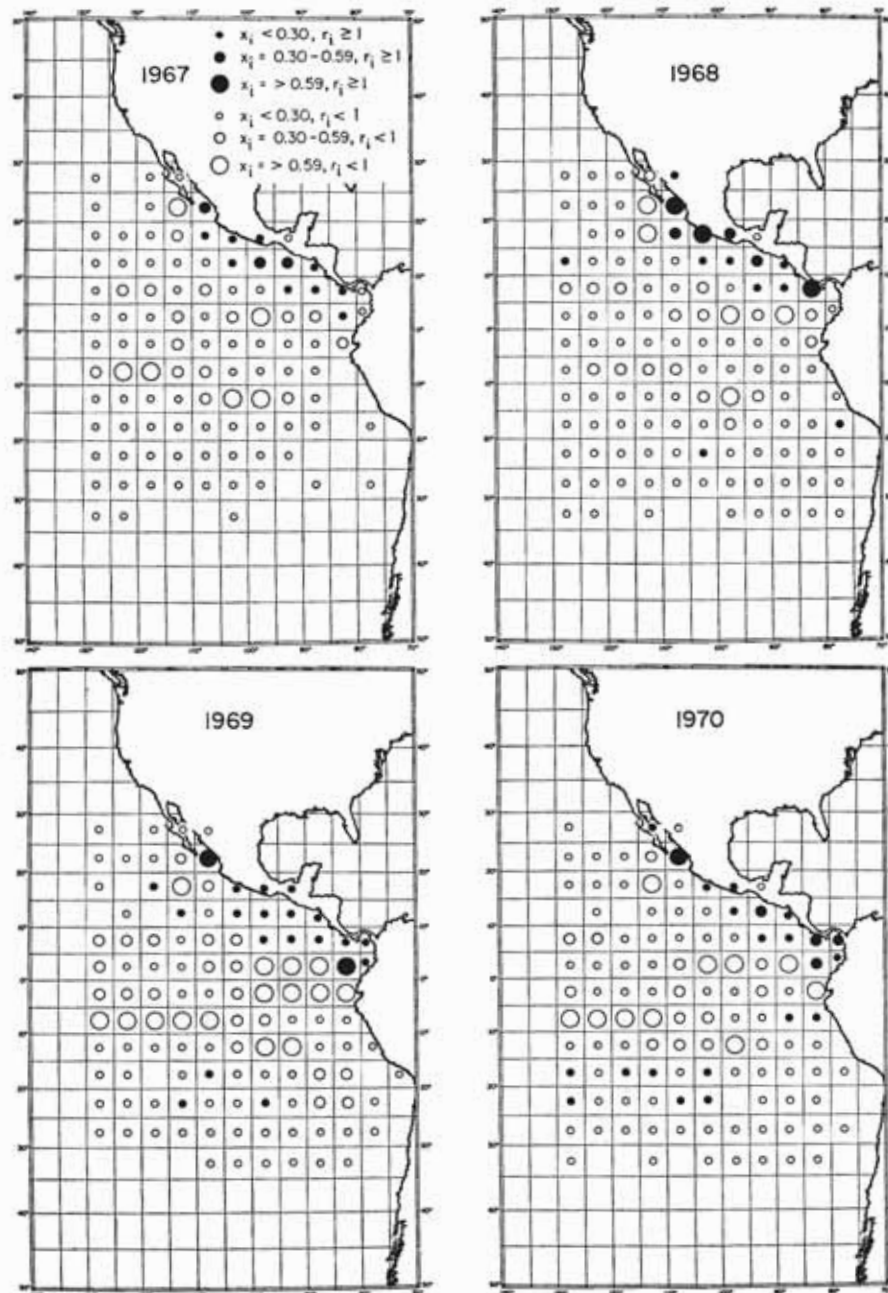


FIGURE 11f. Annual distribution of fishing effort (X_i) and relative abundance of sailfish and shortbill spearfish (r_i).

FIGURA 11f. Distribución anual del esfuerzo de pesca (X_i) y abundancia relativa (r_i) del pez vela y pez aguja corta.

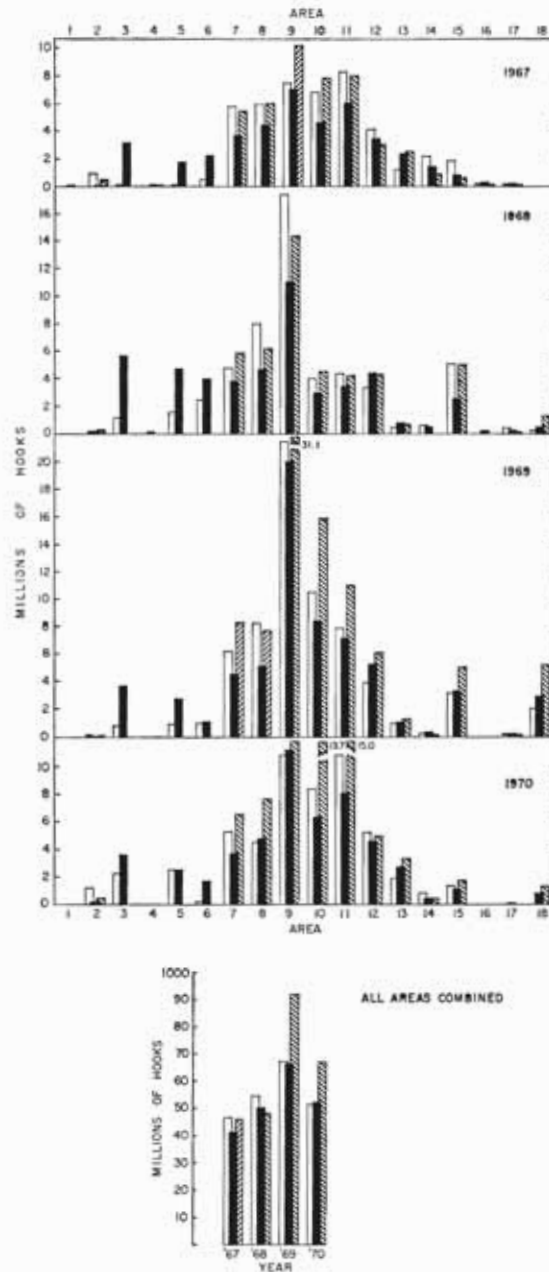


FIGURE 12. Comparison between number of hooks used (black bar) and effective effort on bigeye (striped bar) and on yellowfin (white bar), in the major fishing areas of the eastern Pacific.

FIGURA 12. Comparación entre el número usado de anzuelos (barra negra) y el esfuerzo efectivo sobre el patudo (barra a rayas) y el aleta amarilla (barra blanca), en las áreas principales de pesca del Pacífico oriental.

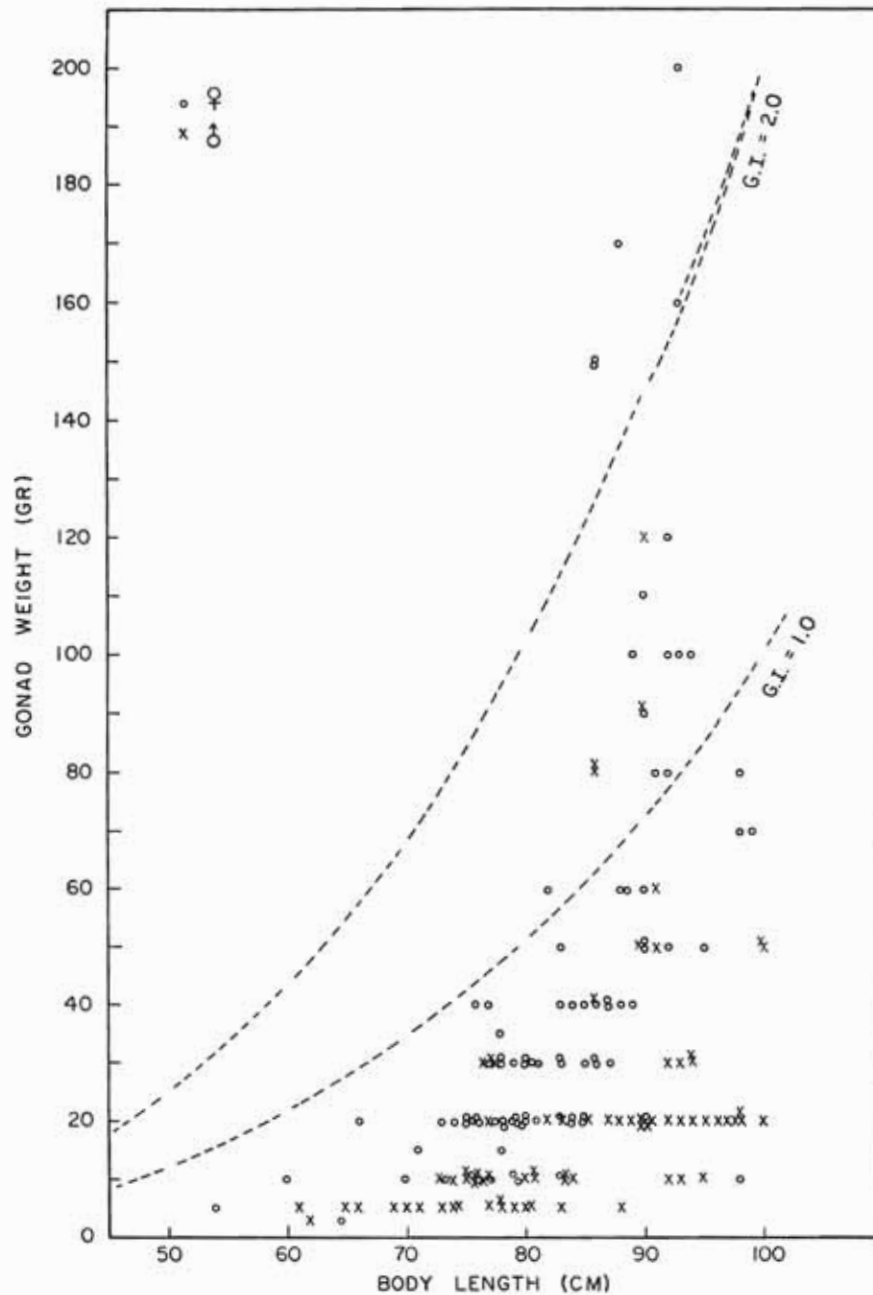


FIGURE 13. Relation between body length and gonad weight of albacore taken by longliners in the eastern Pacific east of 130°W, 1967-1970.

FIGURA 13. Relación entre la talla del cuerpo y el peso gonosomático del albacora capturado por embarcaciones palangreras en el Pacífico oriental al este de los 130°W, 1967-1970.

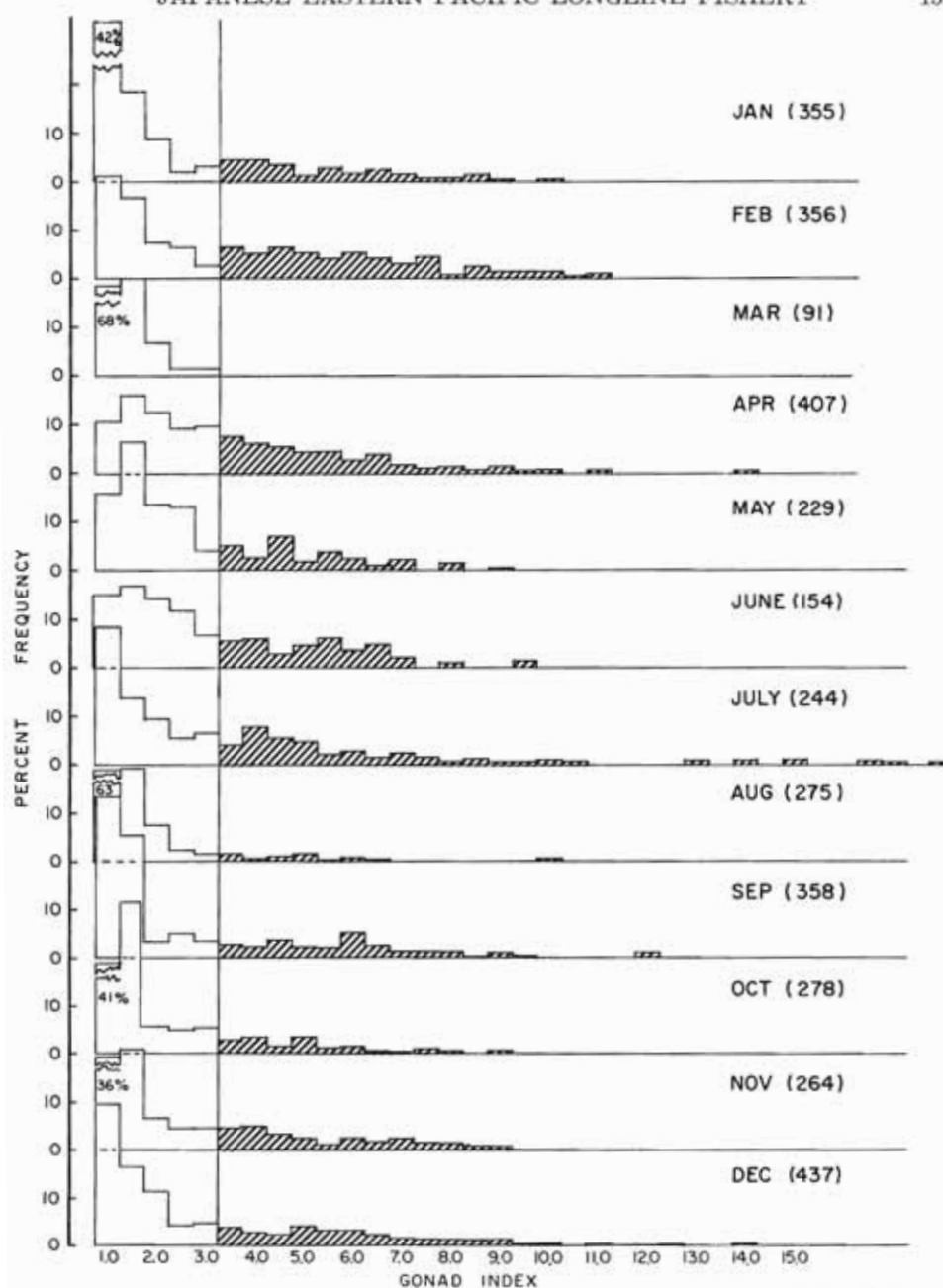


FIGURE 14. Monthly frequency of gonad indices for female bigeye taken by longliners in areas 7-12 combined during 1967-1970. The number of fish sampled is shown between parentheses, after the month.

FIGURA 14. Frecuencia mensual de los índices gonosomáticos de la hembra del patudo capturada por palangreros en las áreas combinadas 7-12 durante 1967-1970. La cantidad de peces muestreada se presenta entre paréntesis, después del mes.

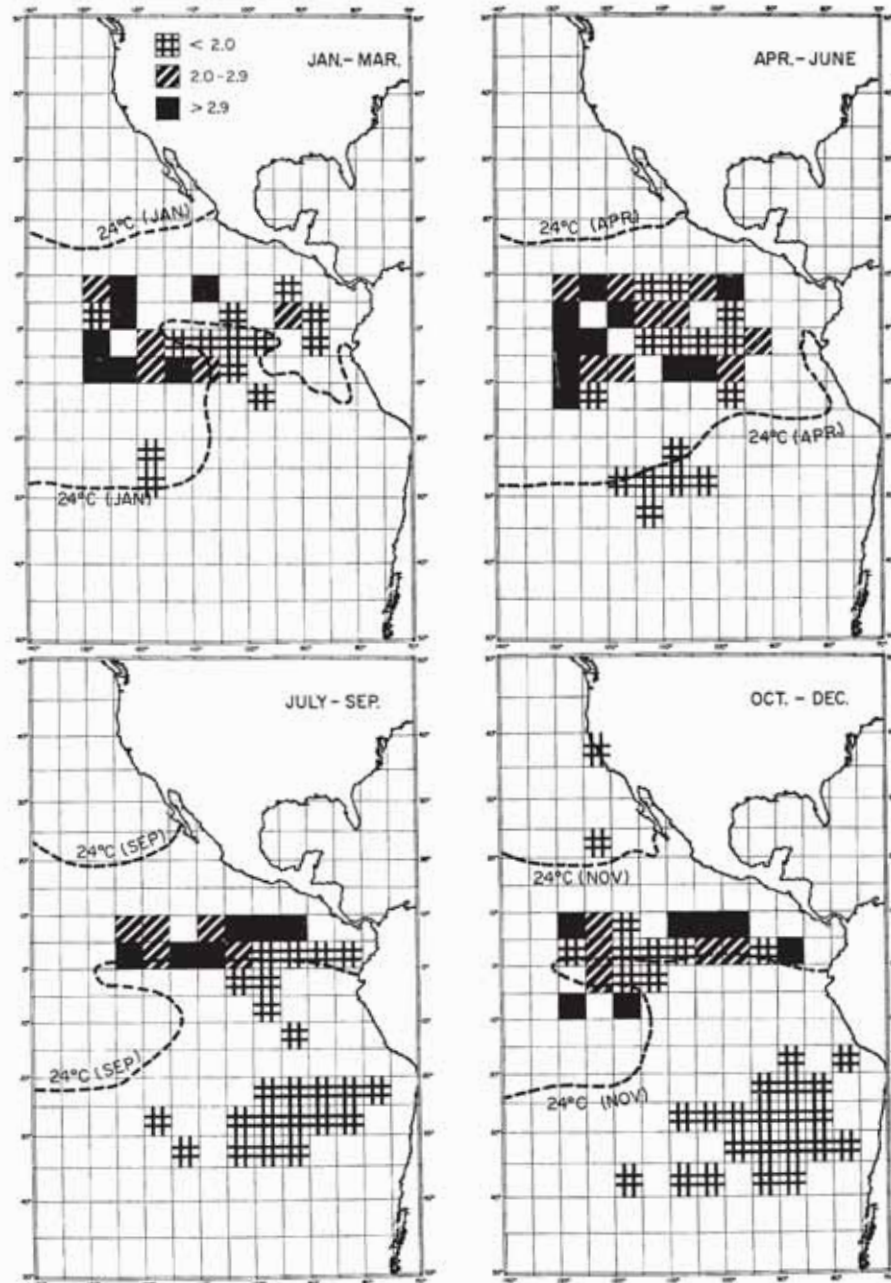


FIGURE 15. Quarterly distribution of average gonad indices of female bigeye, by 5° areas.

FIGURA 15. Distribución trimestral del promedio de los índices gonosomáticos de la hembra del patudo, por áreas de 5°.

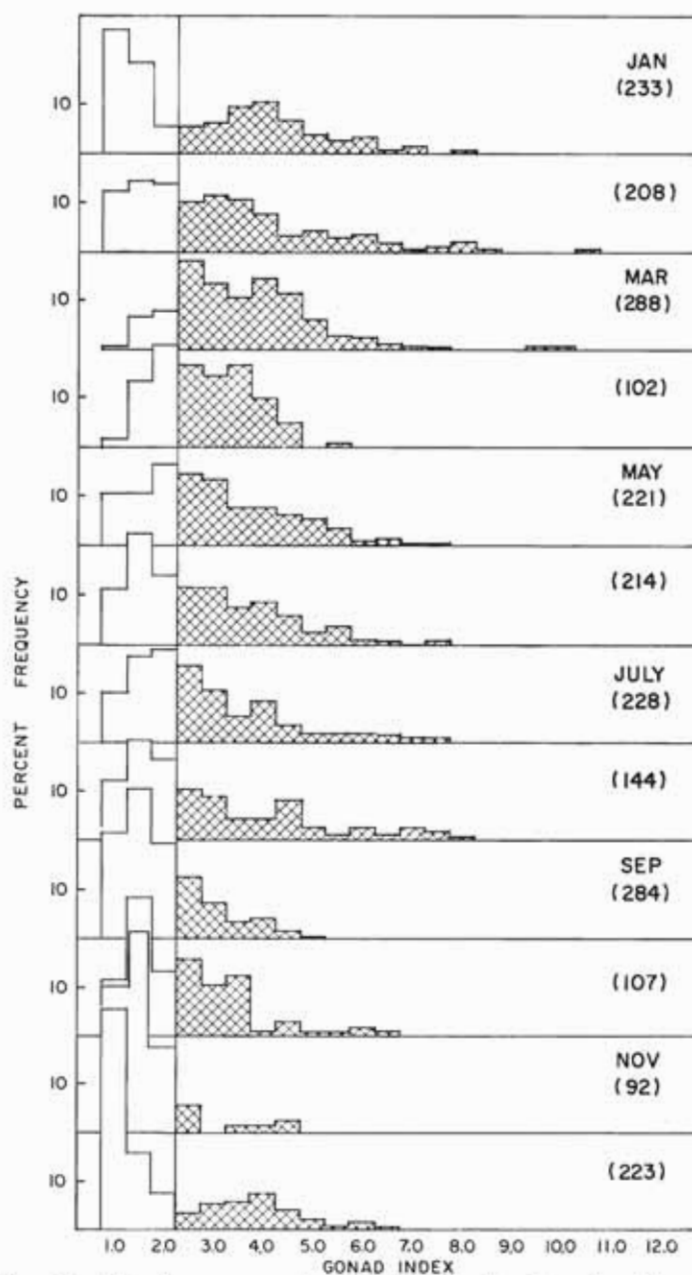


FIGURE 16. Monthly frequency of gonad indices for female yellowfin taken by longliners in areas 7-12 combined, during 1967-1970. The number of fish sampled is shown between parentheses below the month.

FIGURA 16. Frecuencia mensual de los índices gonosomáticos de la hembra del aleta amarilla, obtenida por palangreros en las áreas combinadas 7-12, durante 1967-1970. La cantidad muestreada de peces se presenta entre paréntesis debajo del mes.

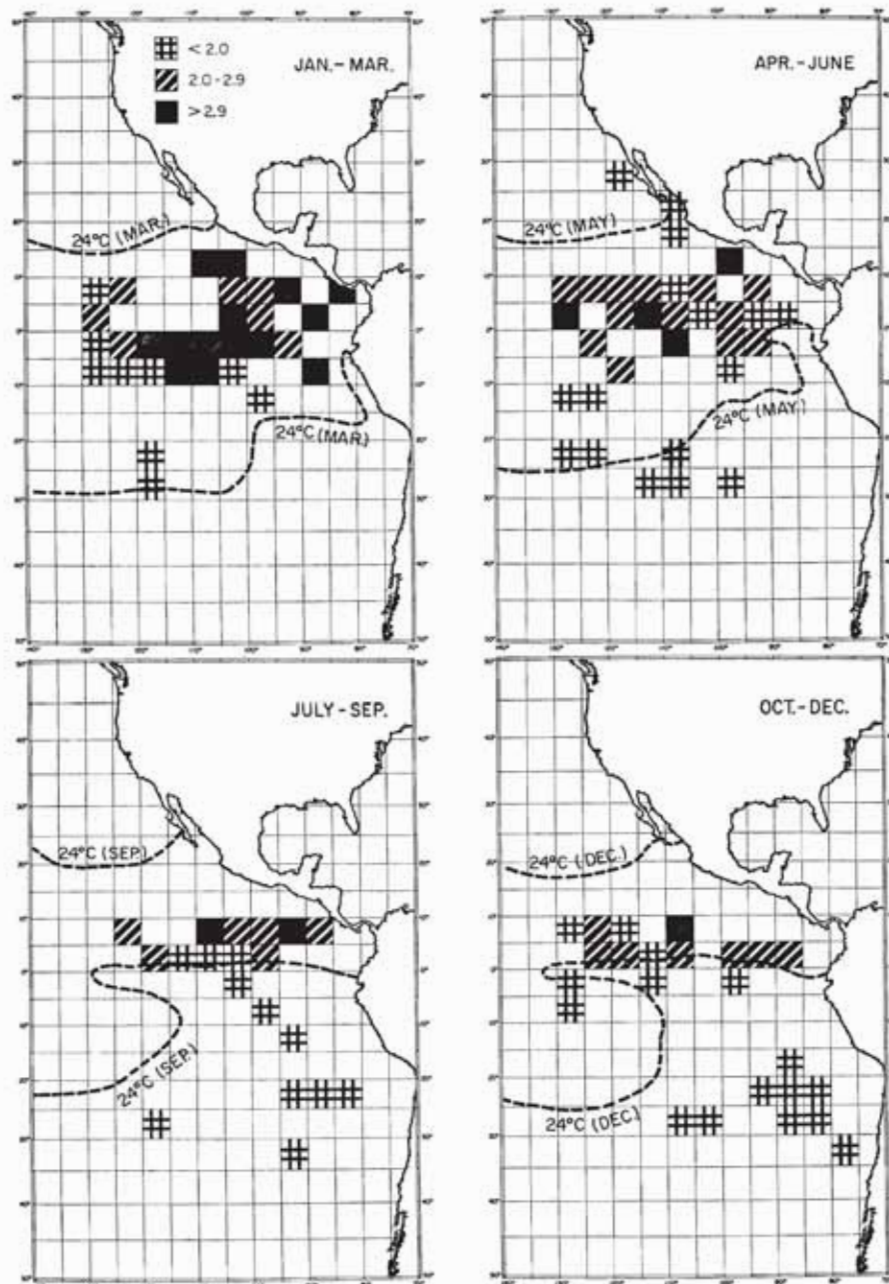


FIGURE 17. Quarterly distribution of average gonad indices of female yellowfin, by 5° areas.

FIGURA 17. Distribución trimestral del promedio de los índices gonosomáticos de la hembra del aleta amarilla, por áreas de 5°.

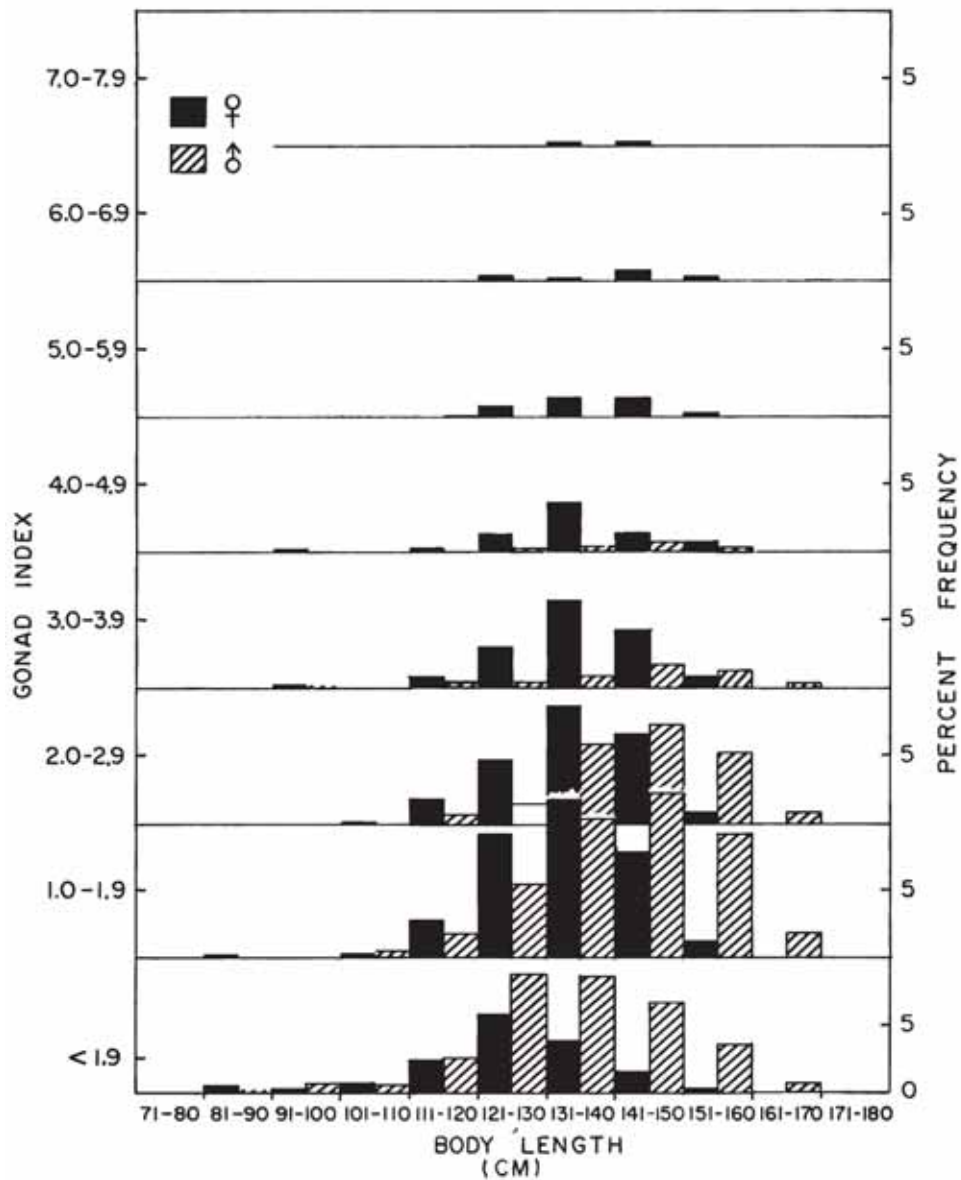


FIGURE 18. Relation between body length, and gonad index of yellowfin taken by longliners in the areas between 15°N and 10°S of the eastern Pacific.

FIGURA 18. Relación entre la talla del cuerpo y el índice gonosomático del aleta amarilla obtenido por palangreros en las áreas entre los 15°N y 10°S en el Pacífico oriental.

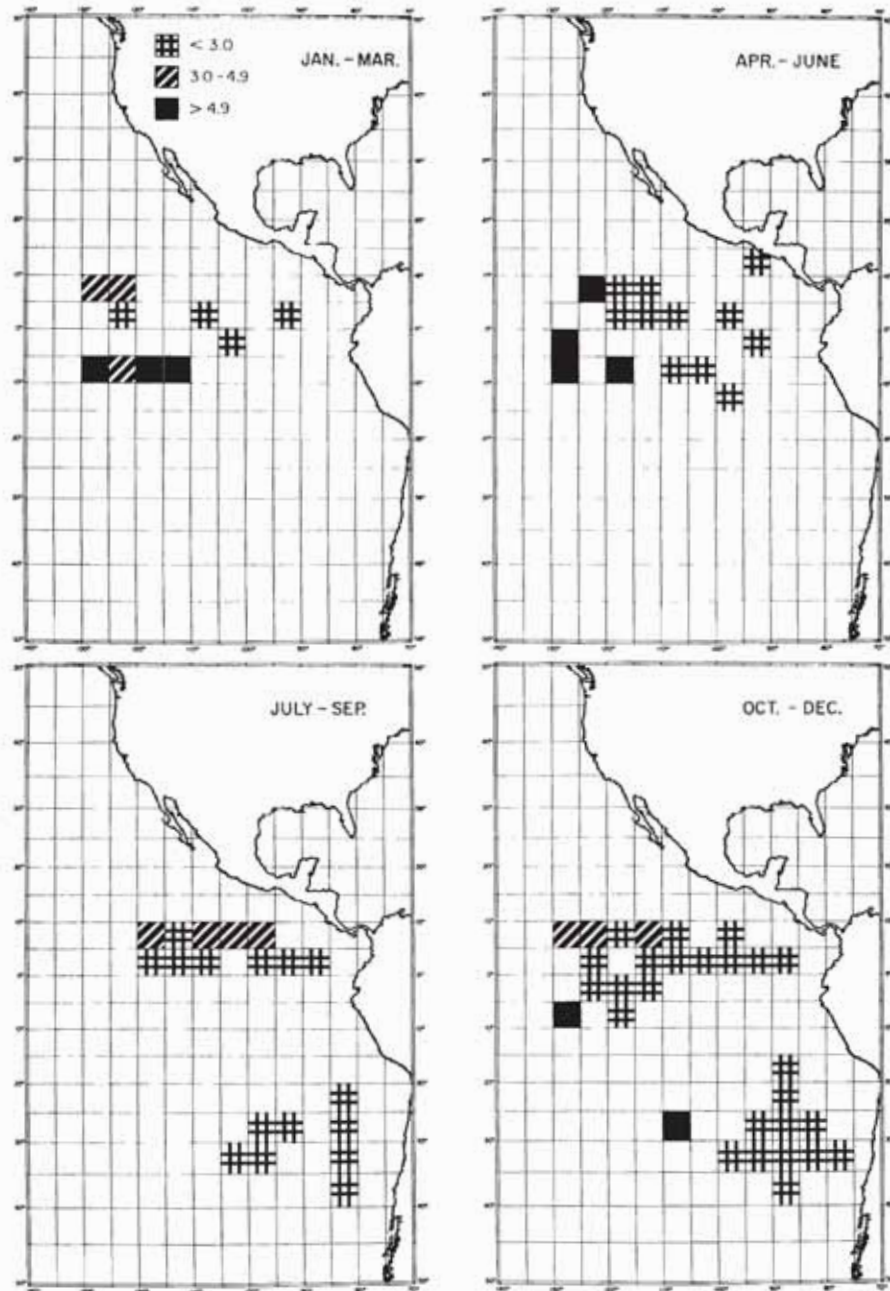


FIGURE 19. Quarterly distribution of gonad indices of female swordfish, 1967-1970 combined.

FIGURA 19. Distribución trimestral de los índices gonosomáticos de la hembra del pez espada para los años combinados de 1967 a 1970.

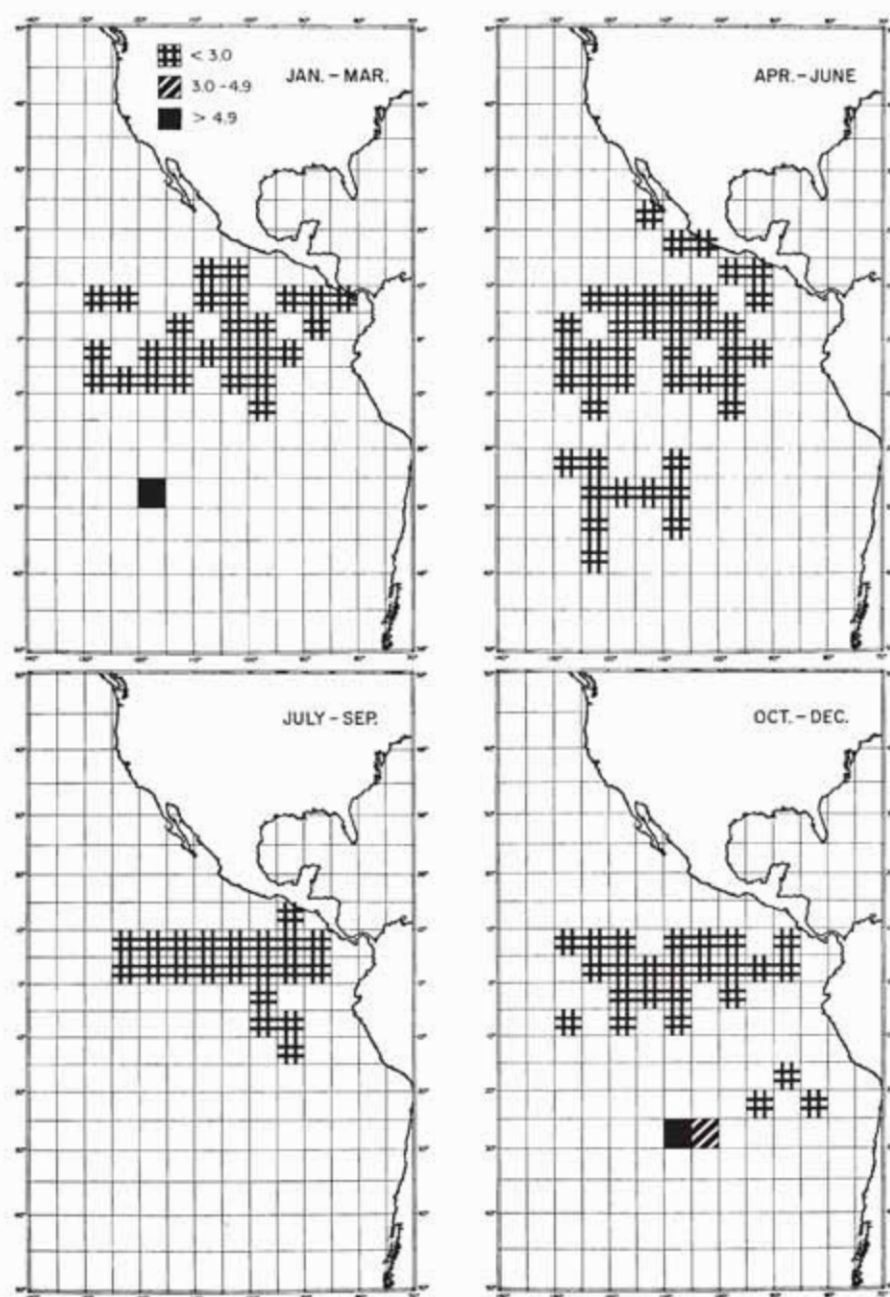


FIGURE 20. Quarterly distribution of gonad indices of female striped marlin, 1967-1970 combined.

FIGURA 20. Distribución trimestral de los índices gonosomáticos de la hembra del marlin rayado para los años combinados de 1967 a 1970.

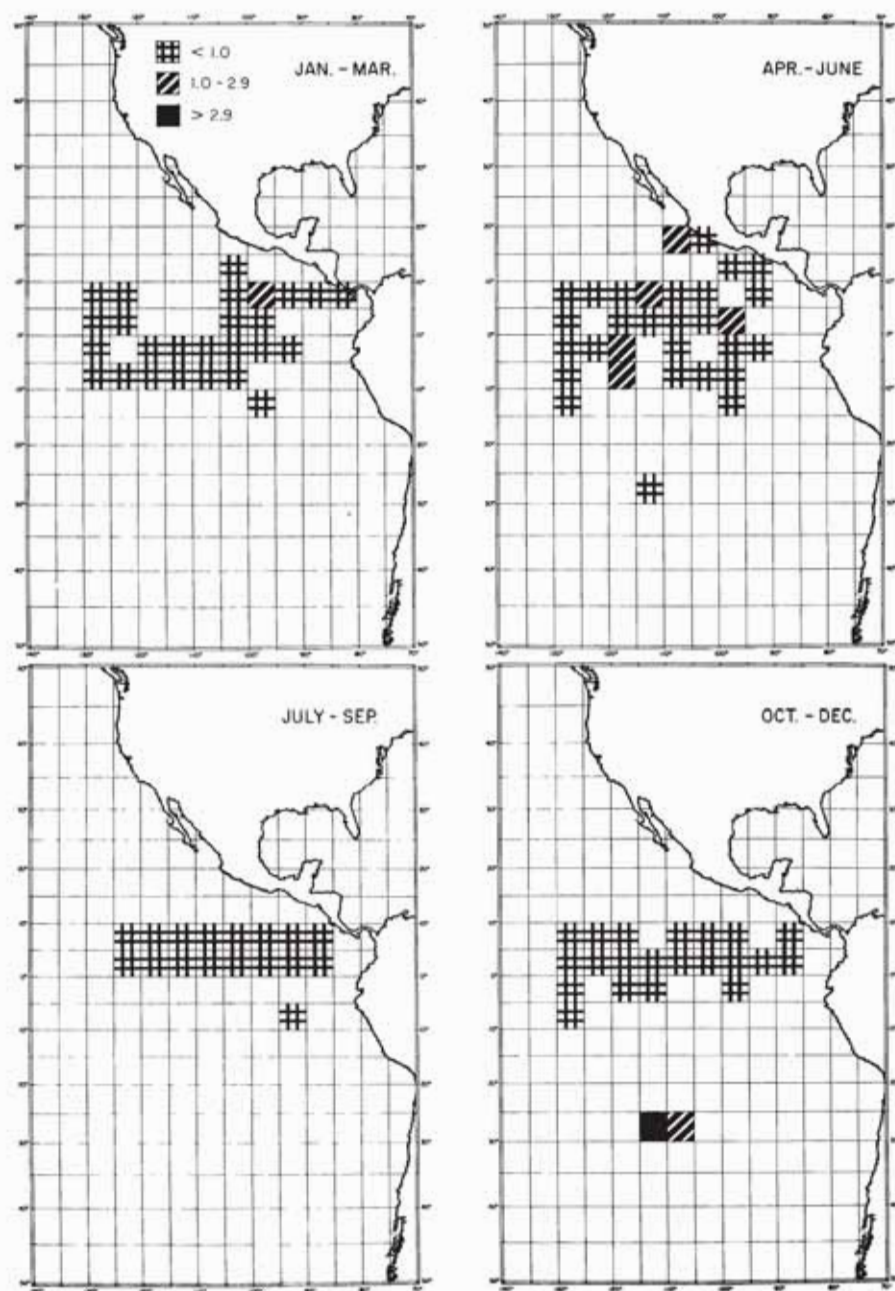


FIGURE 21. Quarterly distribution of gonad indices of female blue marlin, 1967-1970 combined.

FIGURA 21. Distribución trimestral de los índices gonosomáticos de la hembra del marlín azul para los años combinados de 1967 a 1970.

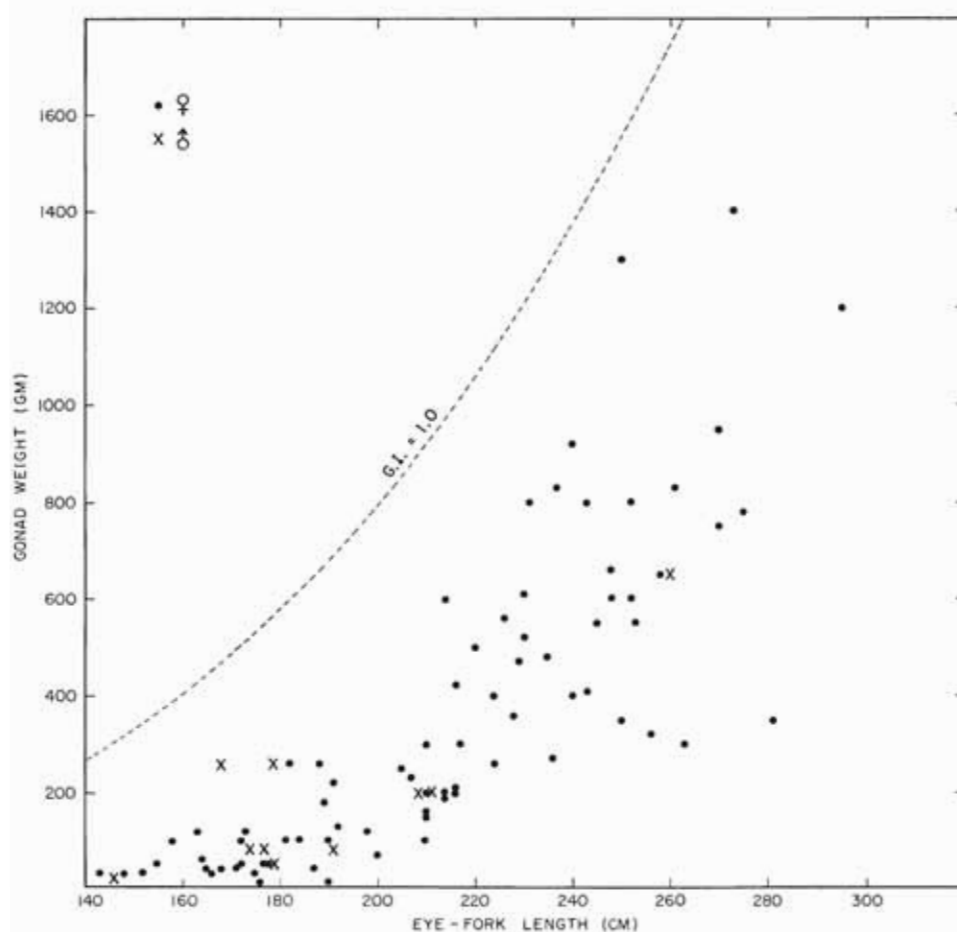


FIGURE 22. Relation between body length and gonad weight of female black marlin caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 22. Relación entre la talla del cuerpo y el peso gonosomático de la hembra del marlin negro, capturada por palangreros en el Pacífico oriental, 1967-1970.

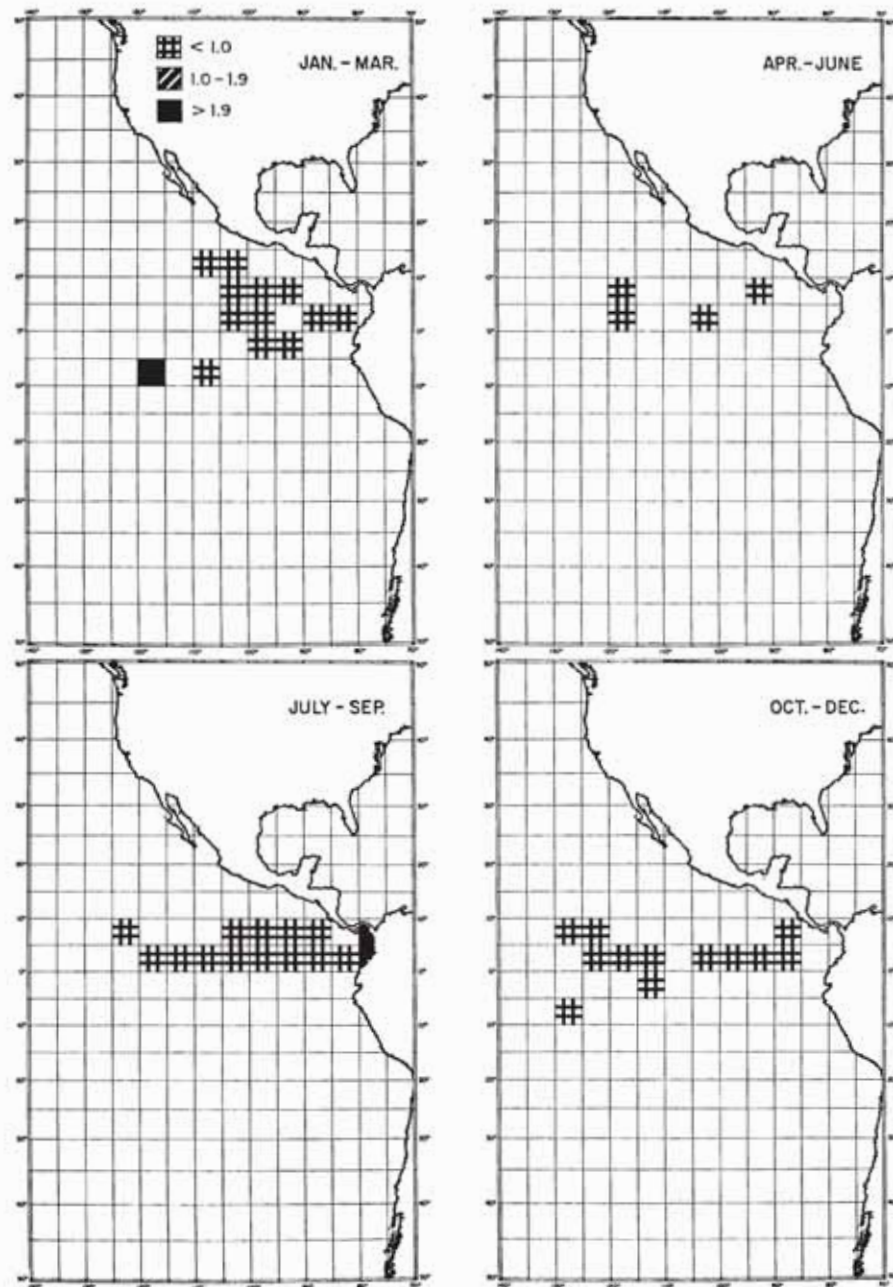


FIGURE 23. Quarterly distribution of gonad indices of female sailfin, 1967-1970 combined.

FIGURA 23. Distribución trimestral de los índices gonosomáticos de la hembra del pez vela para los años combinados de 1967 a 1970.

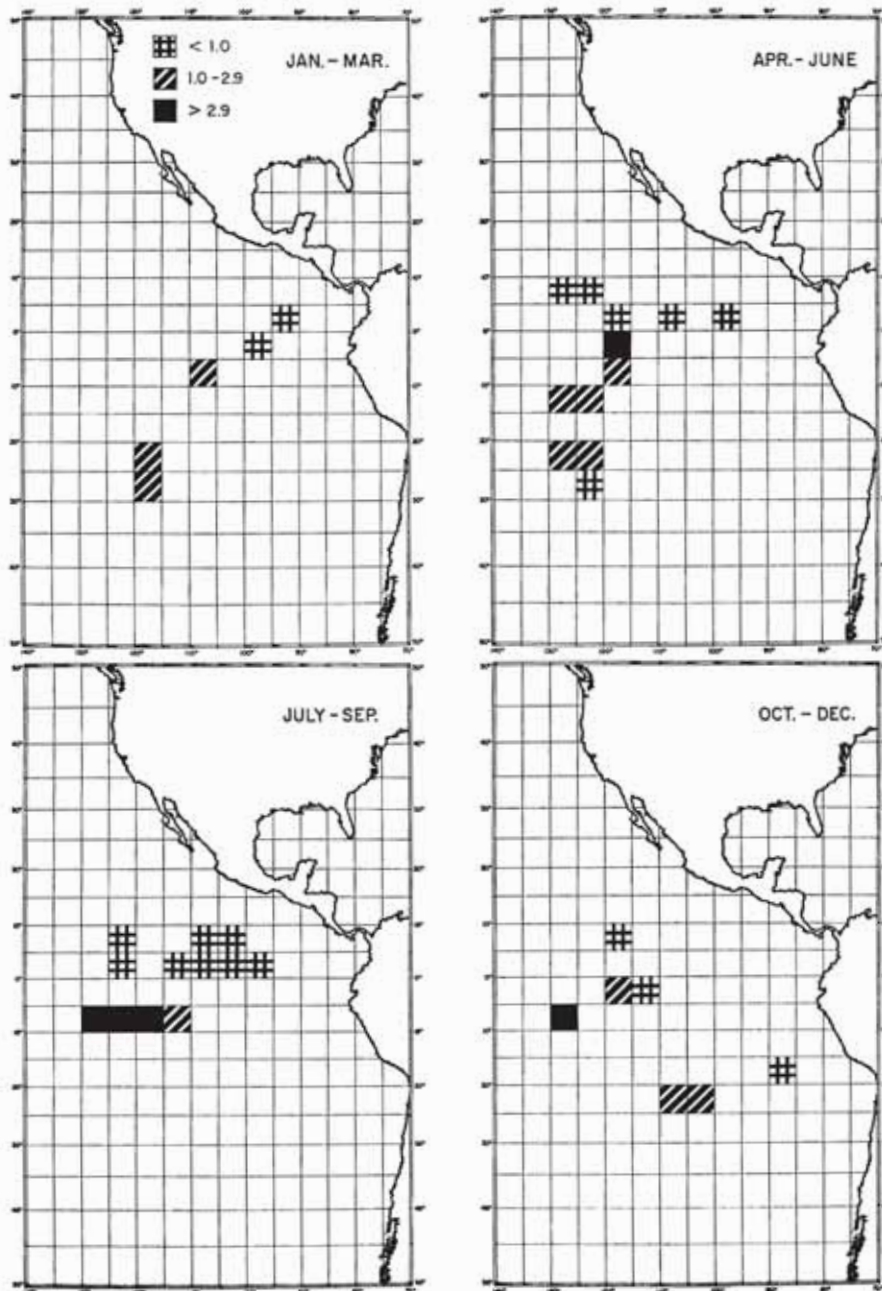


FIGURE 24. Quarterly distribution of gonad indices of female shortbill spearfish, 1967-1970 combined.

FIGURA 24. Distribución trimestral de los índices gonosomáticos de la hembra del pez aguja corta, para los años combinados de 1967 a 1970.

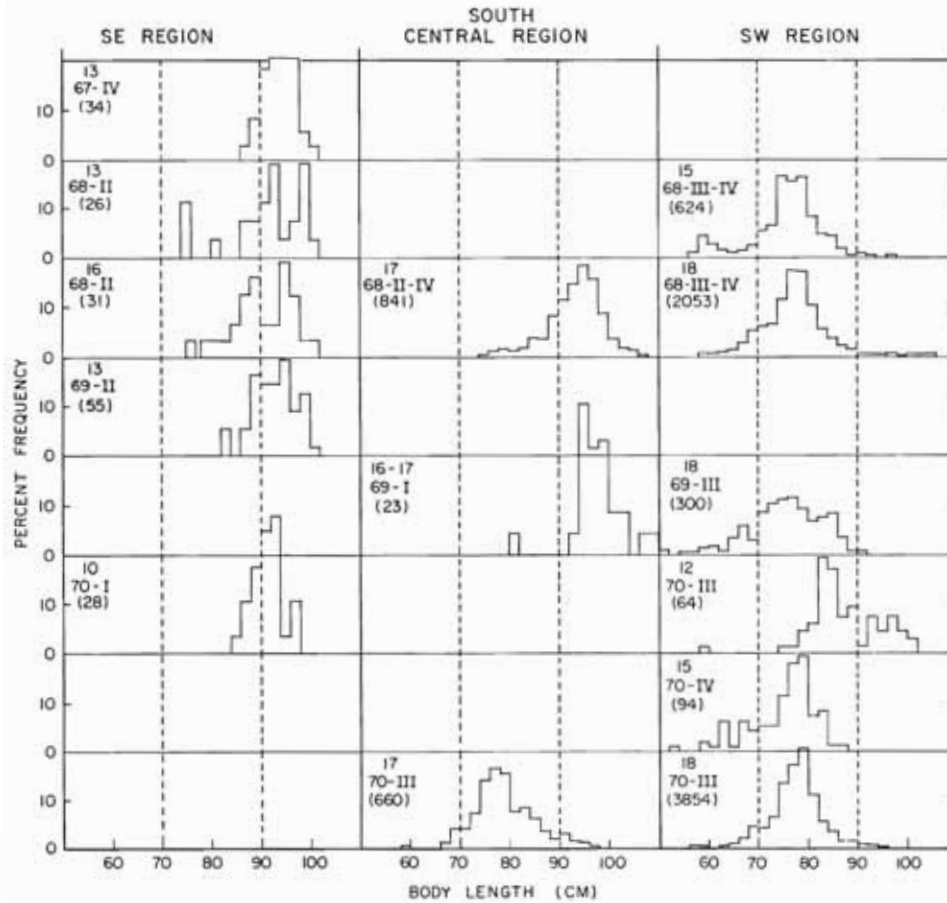


FIGURE 25. Length frequency of albacore, by area and year, taken by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970. The area, year, quarter and number of fish sampled are shown in upper left corner of each panel.

FIGURA 25. Frecuencia de talla del albacora, por área y año, capturado por palanqueros en el Pacífico oriental, 1967-1970. En la esquina superior izquierda de cada recuadro se presenta el área, año, trimestre y cantidad de peces muestreados.

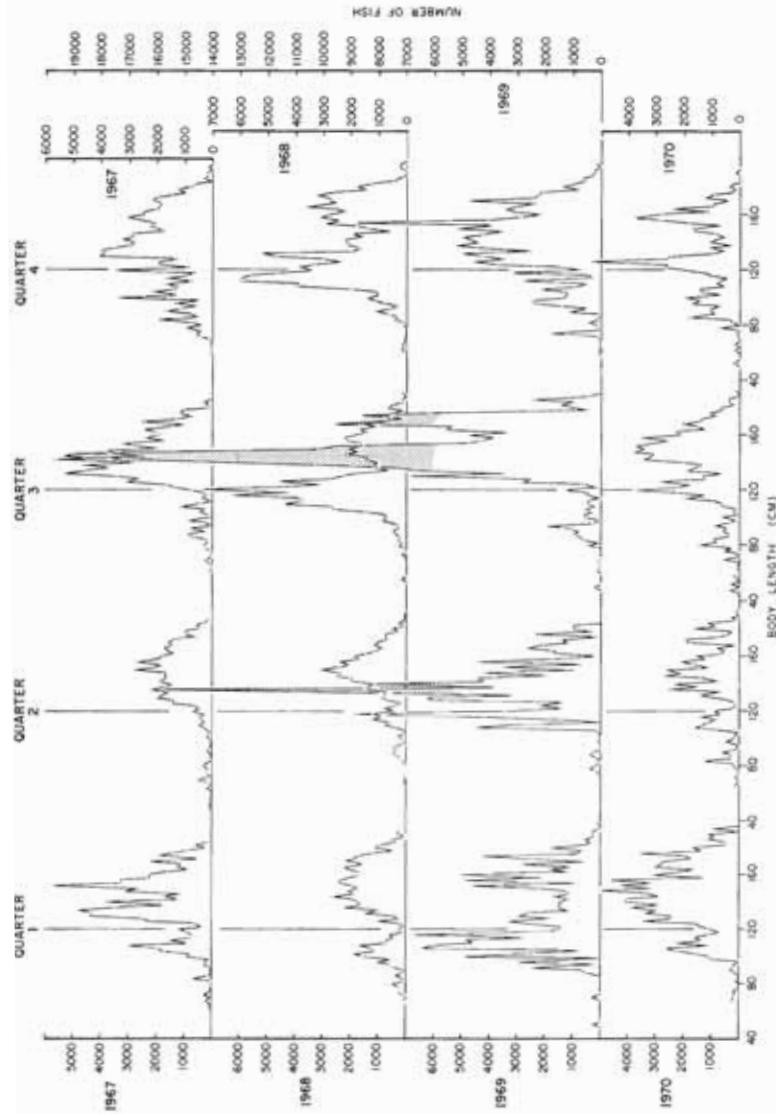


FIGURE 26. Quarterly length frequency of bigeye, expressed as the total number of fish by 2-cm intervals, based on samples taken from major fishing areas in the eastern Pacific, 1969-1970.

FIGURA 26. Frecuencia trimestral de tallas del patudo, expresada como la cantidad total de peces por intervalos de 2 cm, basada en muestras obtenidas en las áreas principales de pesca del Pacífico oriental, 1969-1970.

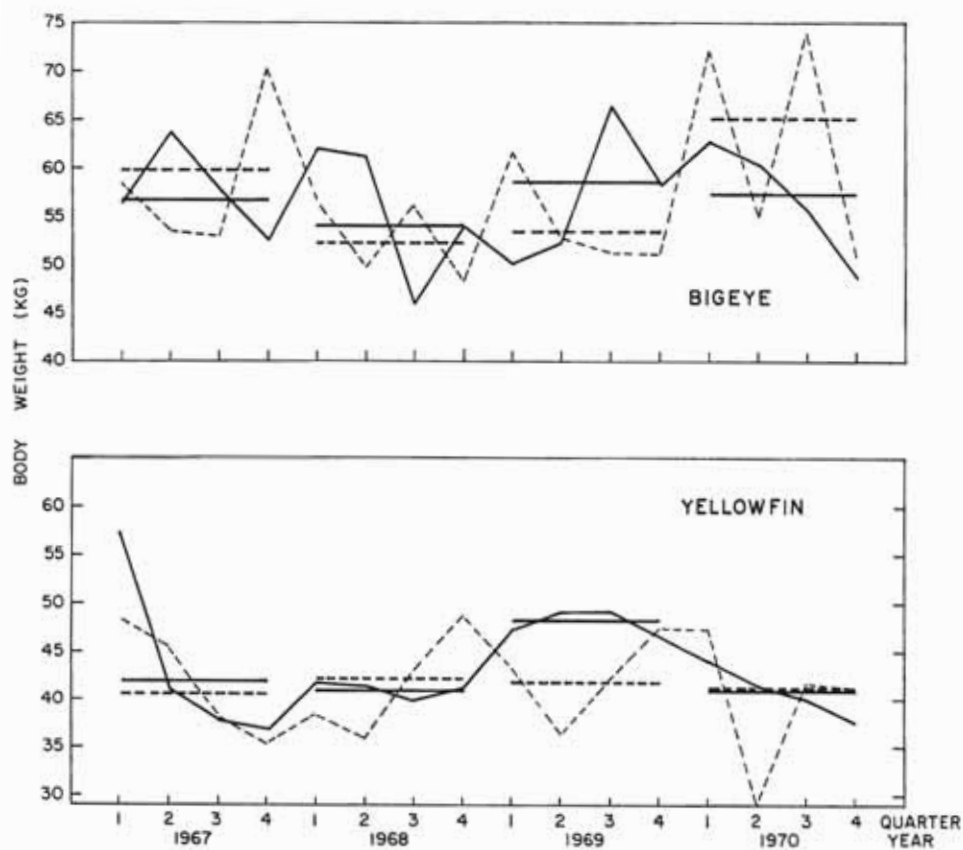


FIGURE 27. Mean body weight of bigeye (upper panel) and yellowfin (lower panel), by quarter and year, estimated from catches made by research (solid lines) and commercial (dotted lines) longline boats, 1967-1970. The horizontal lines represent annual averages.

FIGURA 27. Media del peso del cuerpo del patudo (recuadro superior) y del aleta amarilla (recuadro inferior), por trimestre y año, estimada según las capturas realizadas por barcos palangreros de investigación (línea sólida) y comerciales (línea a puntos), 1967-1970. Las líneas horizontales representan los promedios anuales.

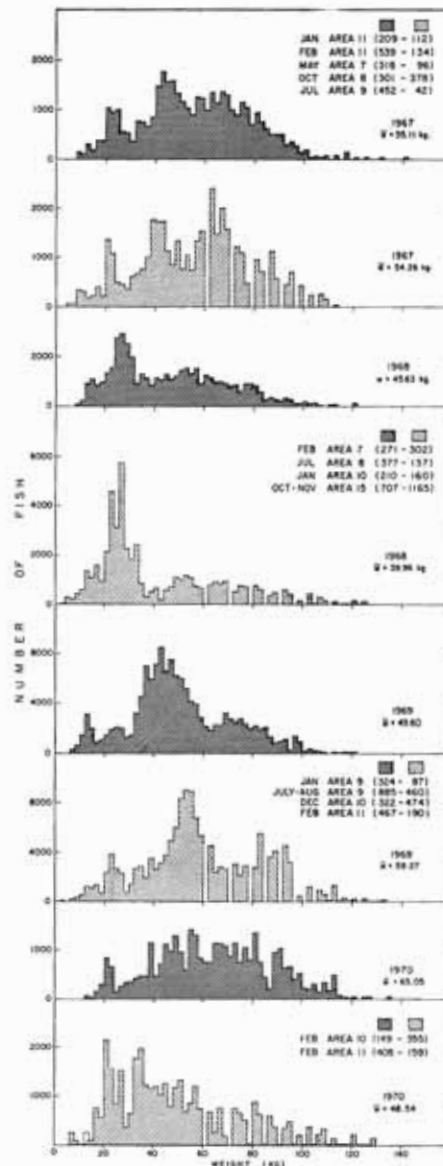


FIGURE 28. Body-weight frequency of bigeye taken by commercial boats (striped bars) and research boats (stippled bars) in the same areas and months. The weight frequency of bigeye from research boats was estimated from length-frequency data. The numbers in parentheses show the number of fish sampled from commercial (left) and research (right) vessels.

FIGURA 28. Frecuencia del peso-cuerpo del patudo capturado por barcos comerciales (barras rayadas) y de investigación (barras a puntos) en las mismas áreas y meses. La frecuencia del peso de patudo, de los barcos de investigación, fue estimada según los datos frecuencia-talla. Las cifras entre paréntesis indican la cantidad muestreada de peces de embarcaciones comerciales (izquierda) y de investigación (derecha).

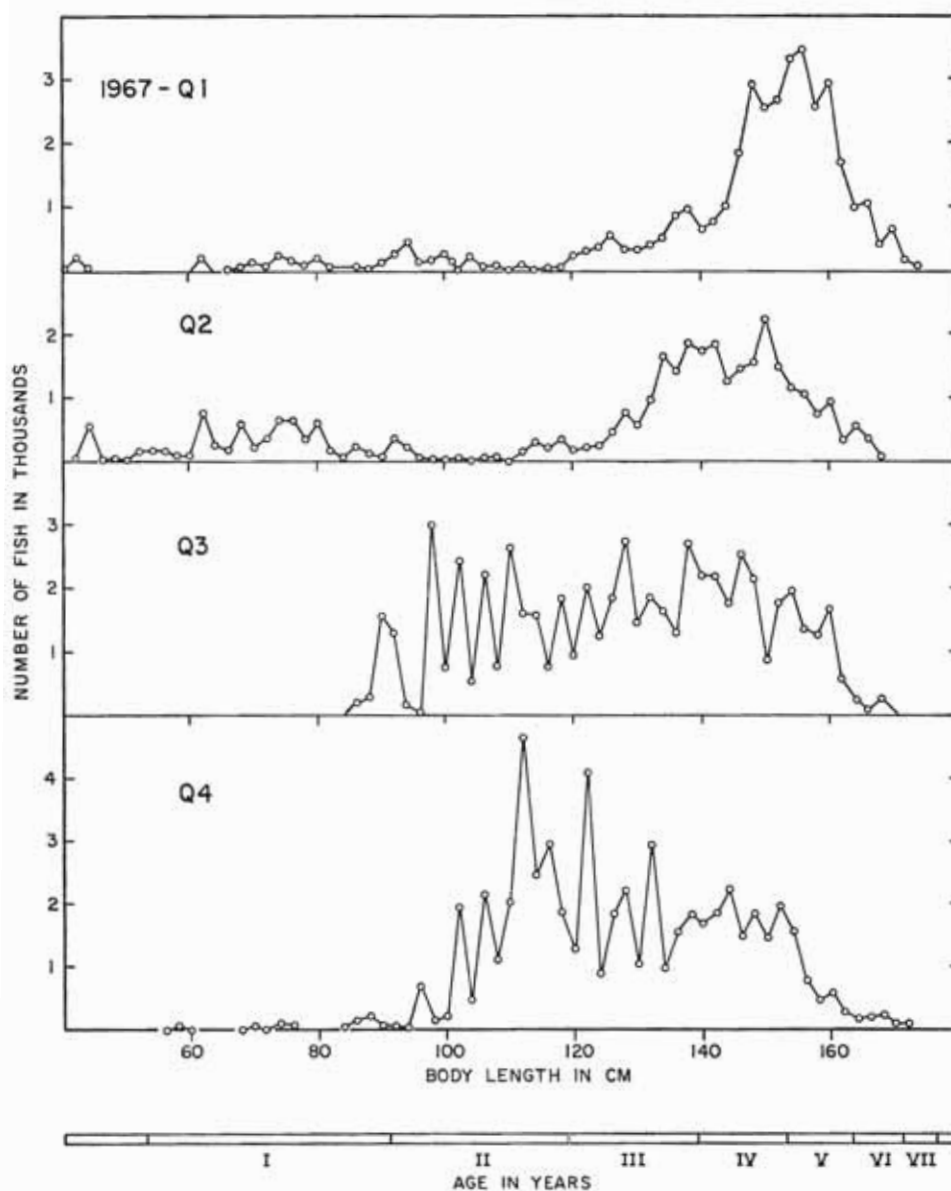
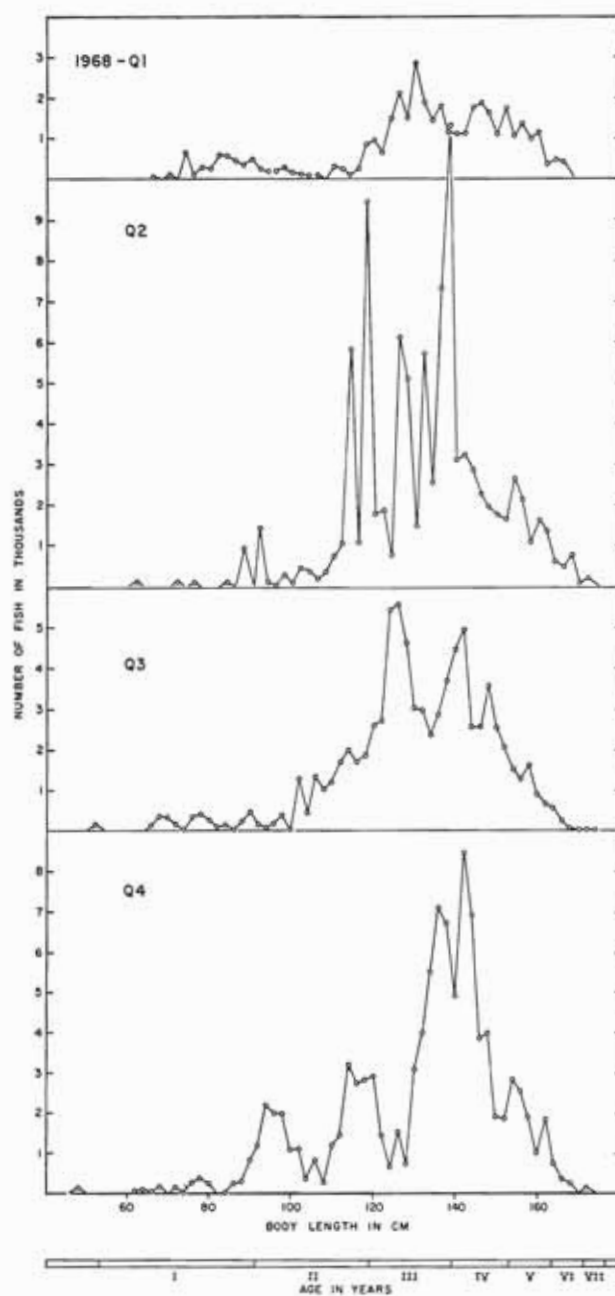


FIGURE 29. Quarterly length frequency of yellowfin, from major areas in the eastern Pacific, 1967-1970.

FIGURA 29. Frecuencia trimestral de talla del aleta amarilla capturado en las áreas principales de pesca del Pacífico oriental, 1967-1970.

**FIGURE 29.** (Continued)**FIGURA 29.** (Continuación)

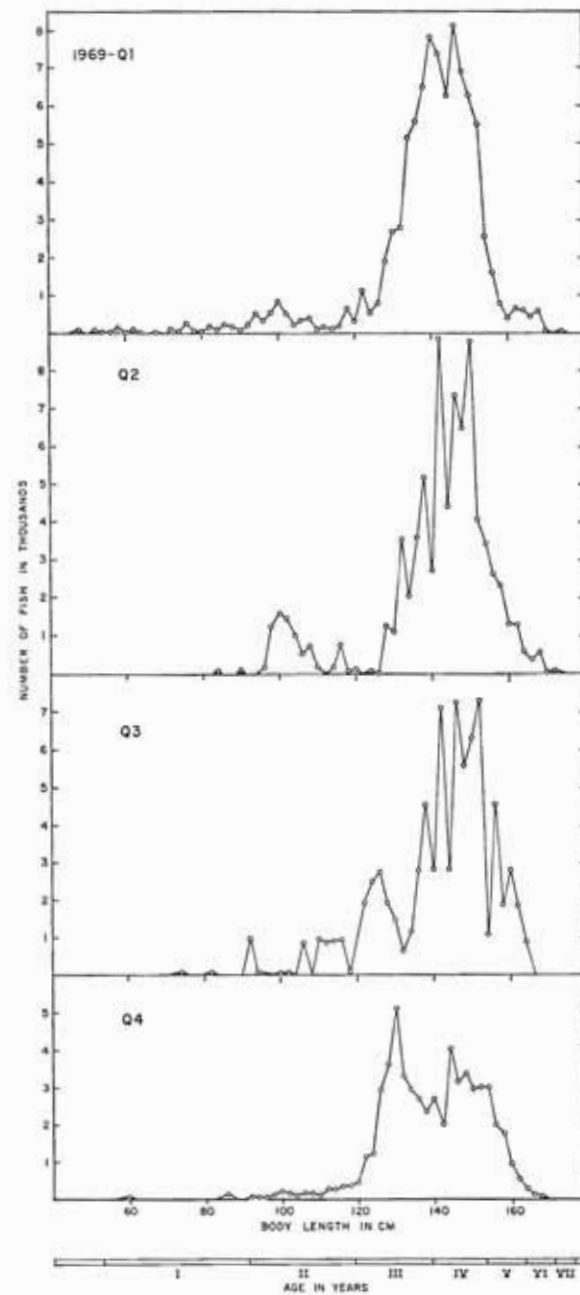


FIGURE 29. (Continued)

FIGURA 29. (Continuación)

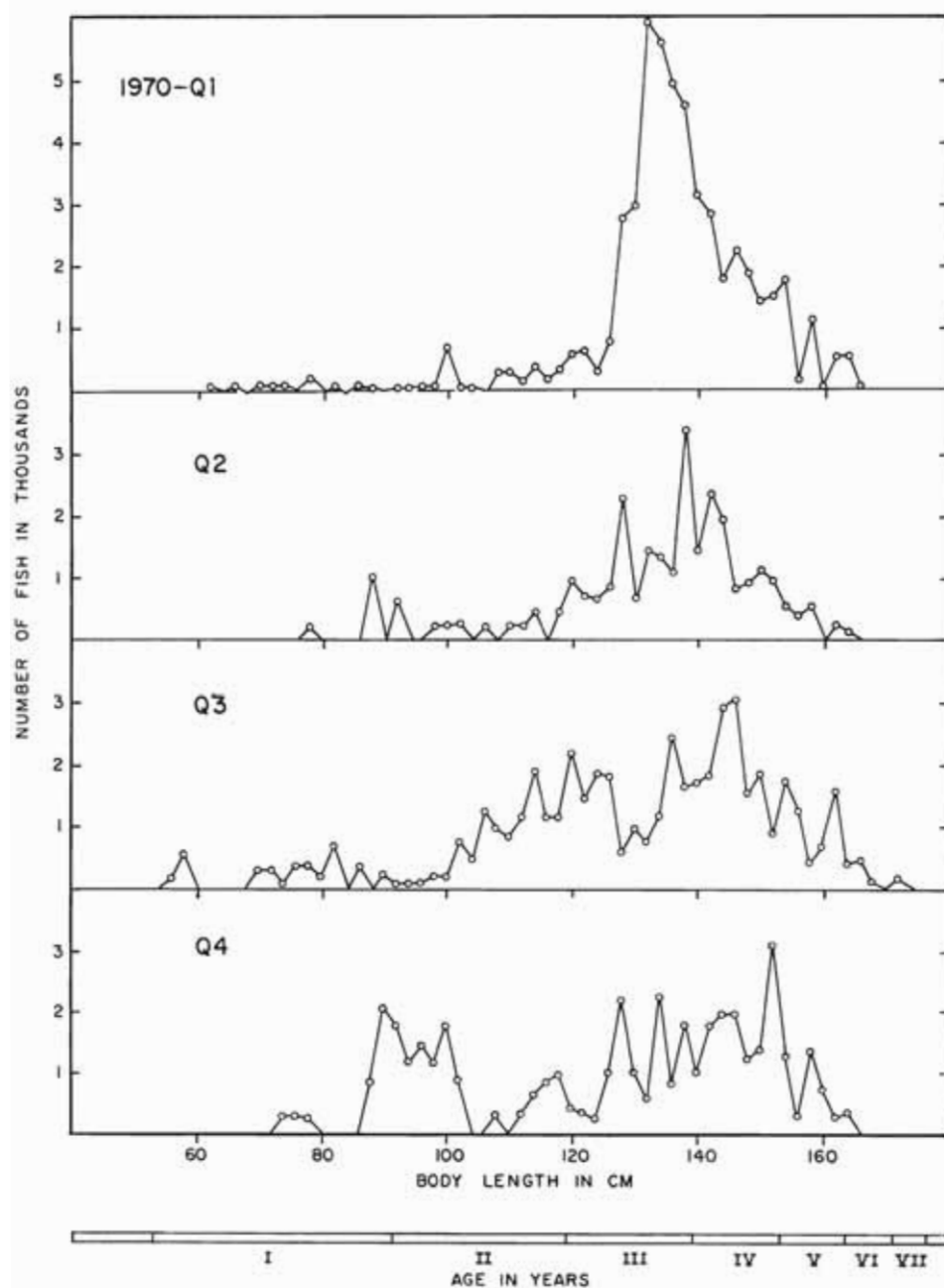


FIGURE 29. (Continued)

FIGURA 29. (Continuación)

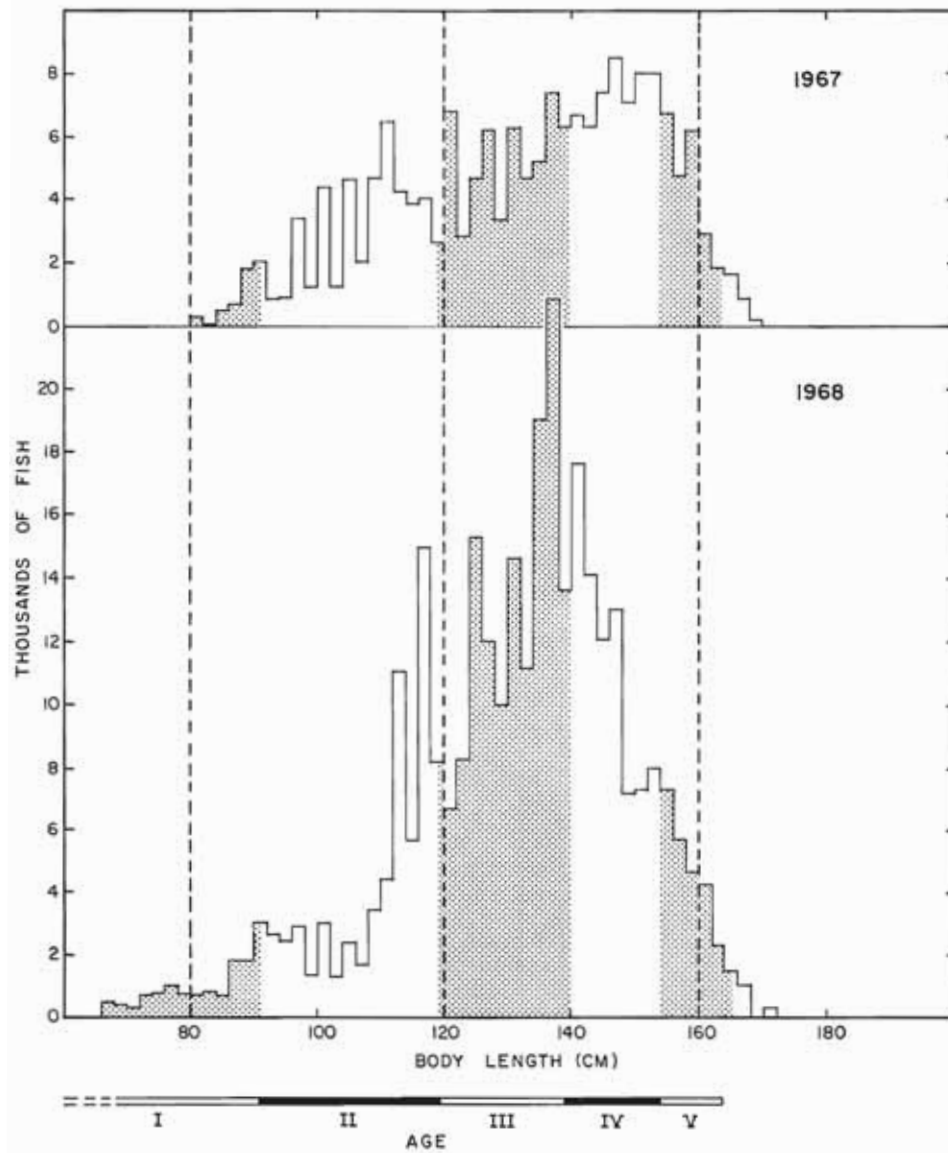


FIGURE 30. Annual length frequency of yellowfin.

FIGURA 30. Frecuencia anual de talla de aleta amarilla.

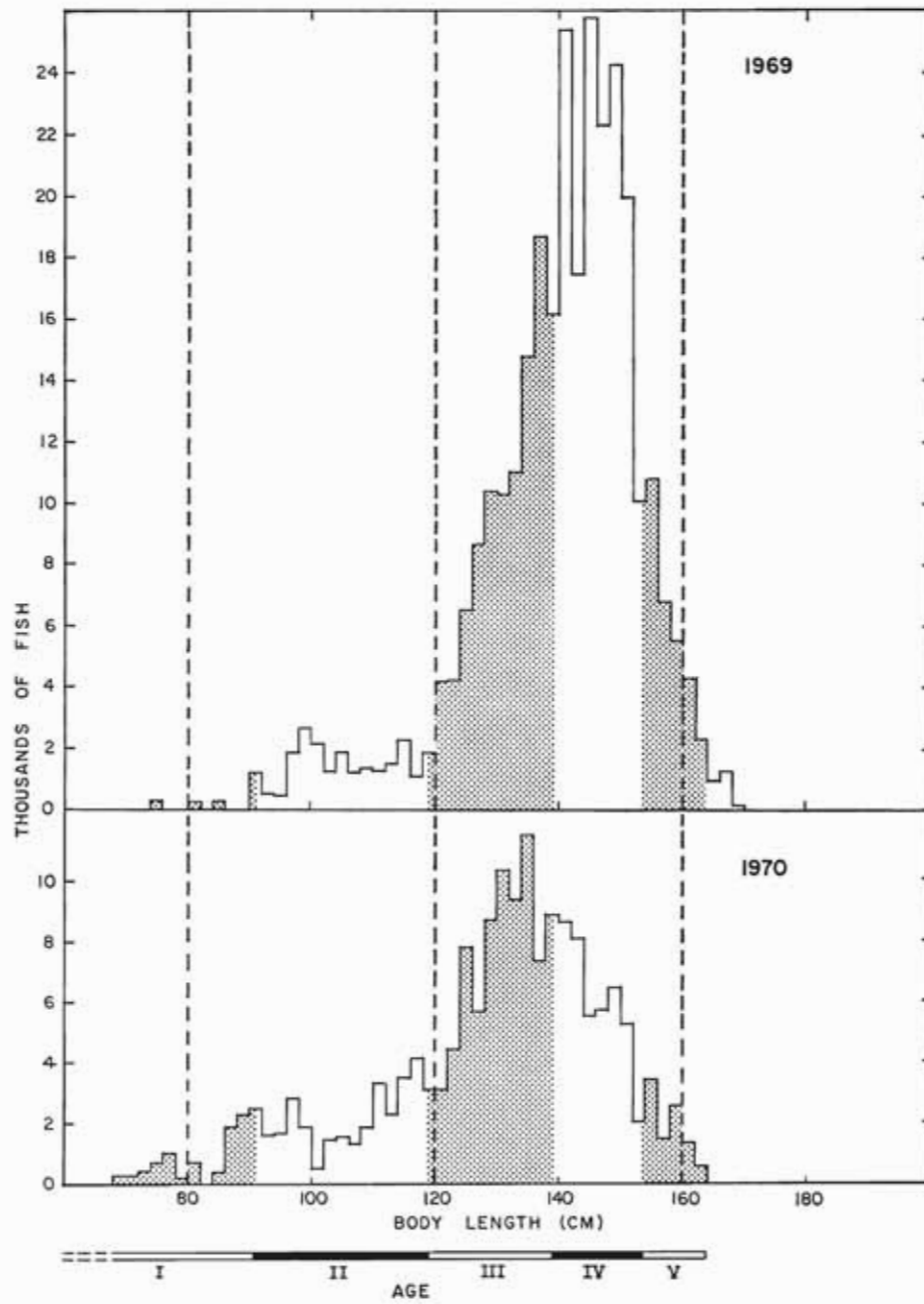


FIGURE 30. (Continued)
FIGURA 30. (Continuación)

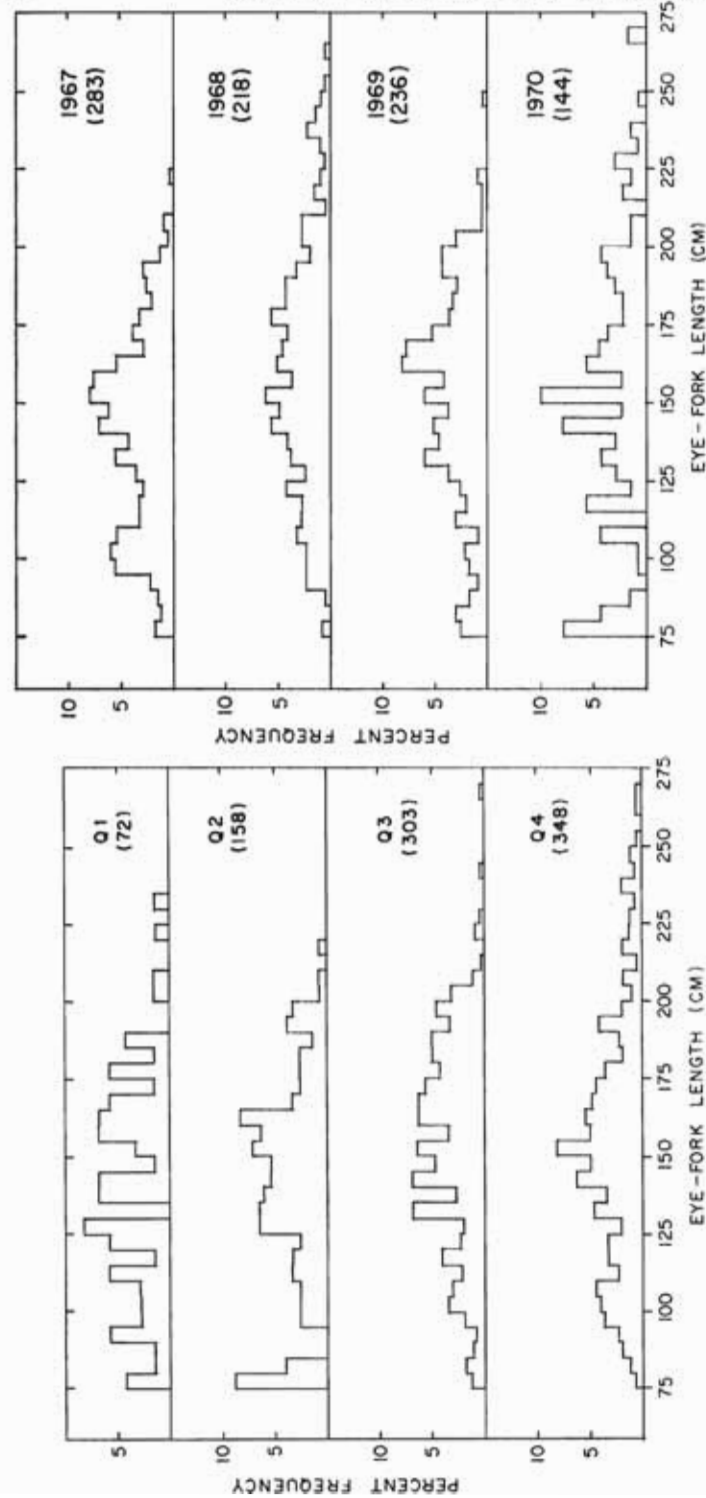


FIGURE 31a. Quarterly length frequency of swordfish, in percent, caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970. The number of fish sampled is shown in parenthesis.

FIGURA 31a. Frecuencia trimestral de talla del pez espada (en porcentaje), capturado por palangreros en el Pacífico oriental, 1967-1970. La cantidad muestreada de peces se indica entre paréntesis.

FIGURE 31b. Annual length frequency of swordfish, in percent, caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970. The number of fish sampled is shown in parenthesis.

FIGURA 31b. Frecuencia anual de talla del pez espada (en porcentaje), capturado por palangreros en el Pacífico oriental, 1967-1970. La cantidad muestreada de peces se indica entre paréntesis.

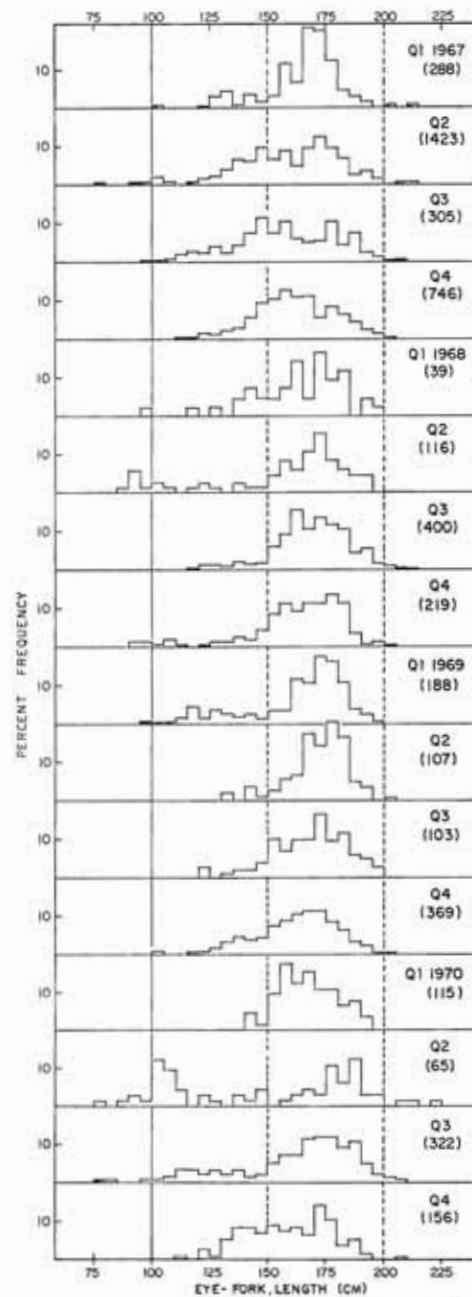


FIGURE 32a. Quarterly length frequency of striped marlin, in percent, caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970. The number of fish sampled is shown in parentheses.

FIGURA 32a. Frecuencia trimestral de talla de marlin rayado (en porcentaje), capturado por palangreros en el Pacífico oriental, 1967-1970. La cantidad de peces muestreada se indica entre paréntesis.

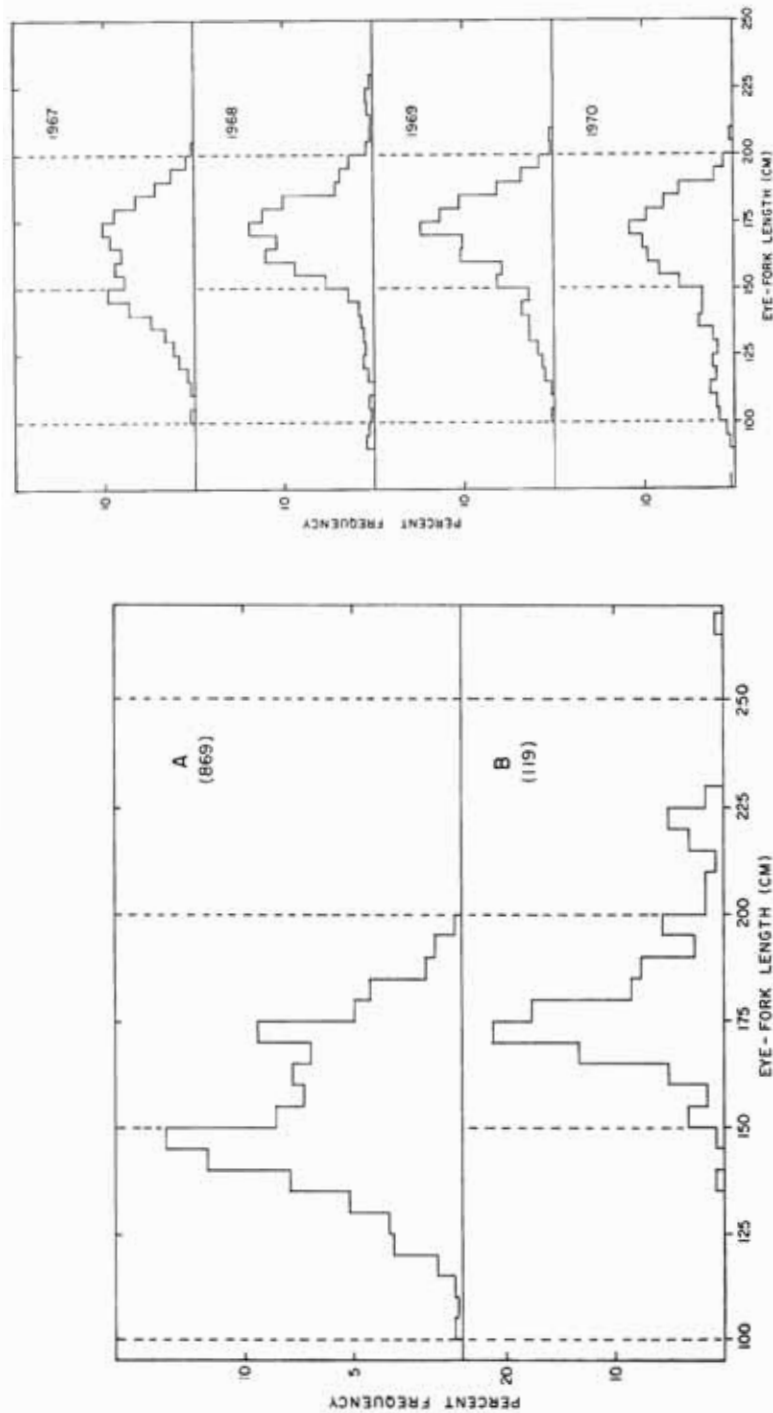


FIGURE 32b. Comparison of length frequency of striped marlin caught by longliners in the areas north of 10°N (panel A) and south of 15°S (panel B), 1967-1970.

FIGURA 32b. Comparación de la frecuencia-talla del marlin rayado, capturado por palangreros en las áreas al norte de los 10°N (recuadro A) y al sur de los 15°S (recuadro B), 1967-1970.

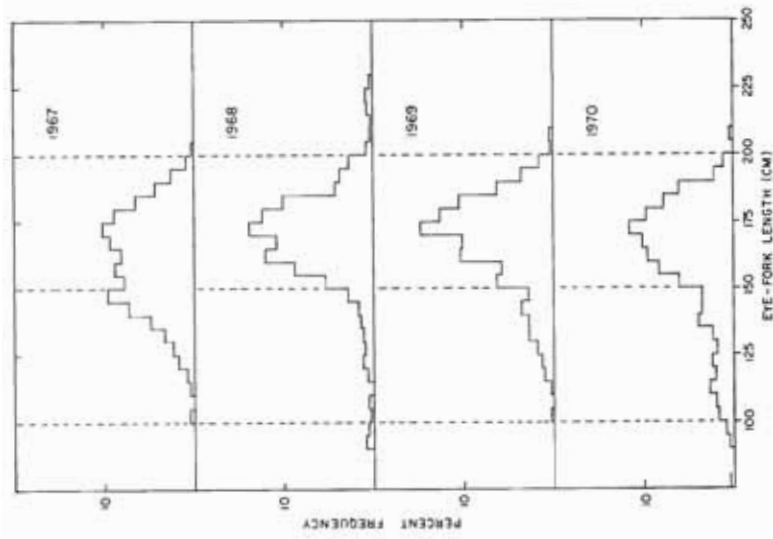


FIGURE 32c. Annual length frequency of striped marlin caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970, all areas combined.

FIGURA 32c. Frecuencia anual de talla del marlin rayado, capturado por palangreros en el Pacífico oriental, 1967-1970, todas las áreas combinadas.

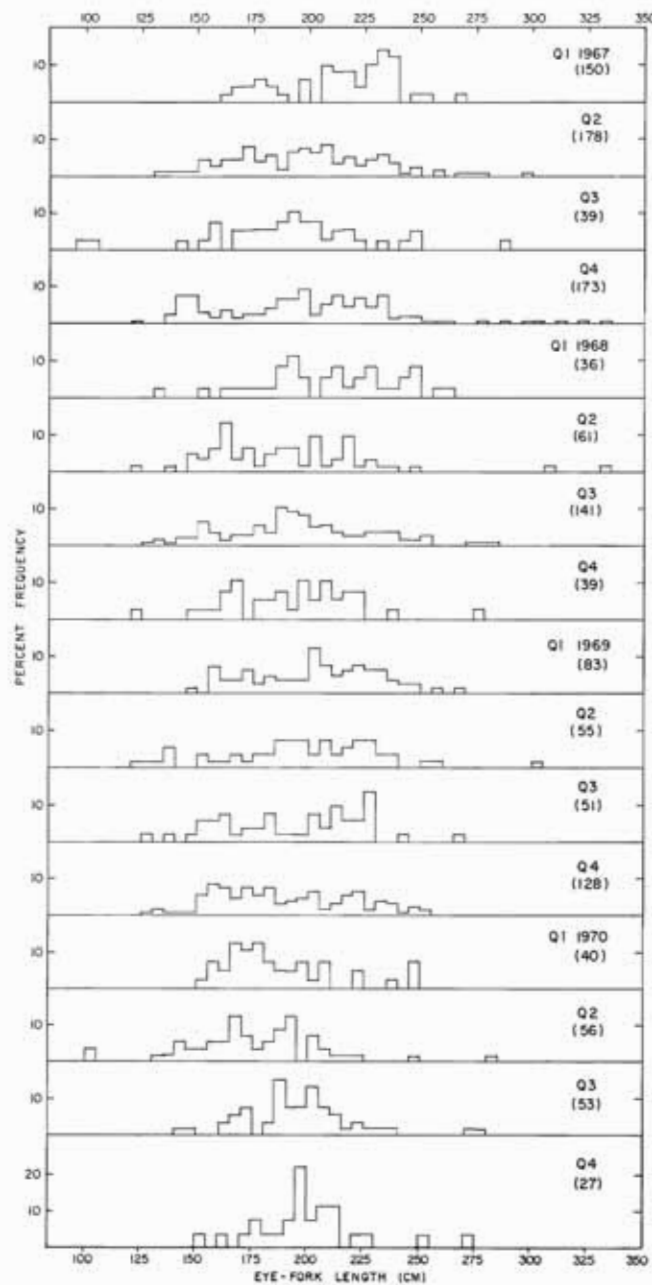


FIGURE 33. Quarterly length frequency of blue marlin caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970. The number of fish sampled is shown in parentheses.

FIGURA 33. Frecuencia trimestral de talla del marlín azul capturado por palanqueros en el Pacífico oriental, 1967-1970. La cantidad muestreada de pesca se indica entre paréntesis.

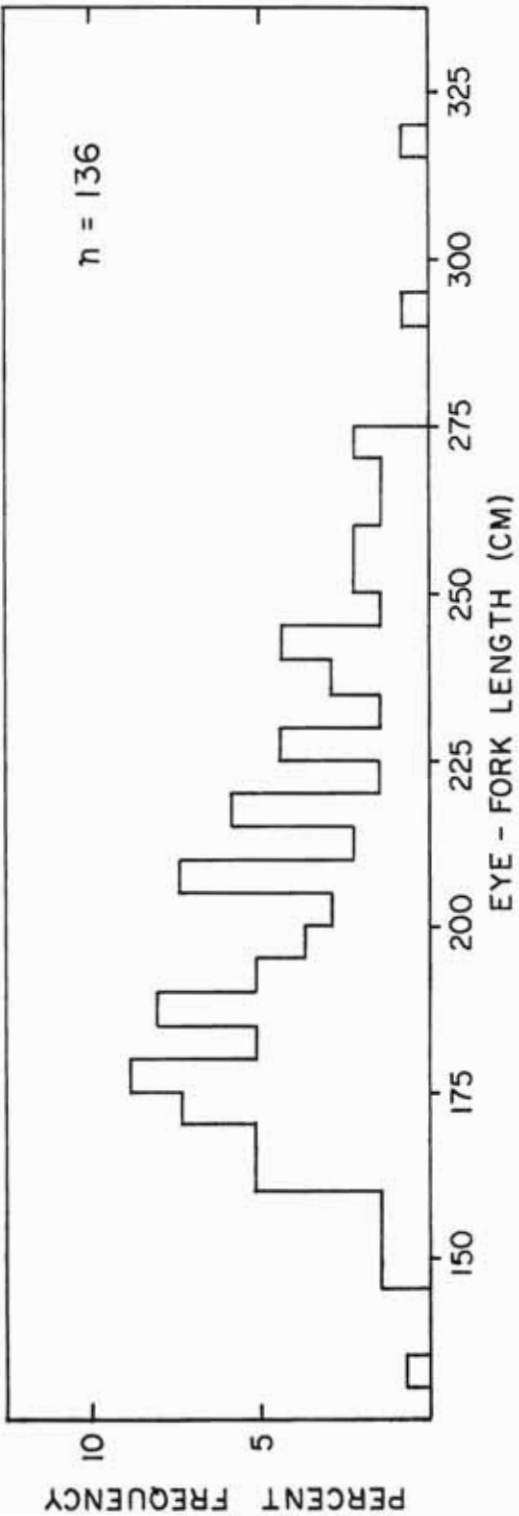


FIGURE 34. Length frequency of black marlin caught by longliners in the eastern Pacific east of 130°W, 1967-1970.

FIGURA 34. Frecuencia-talla del marlin negro capturado por palangreros en el Pacífico oriental al este de los 130°W, 1967-1970.

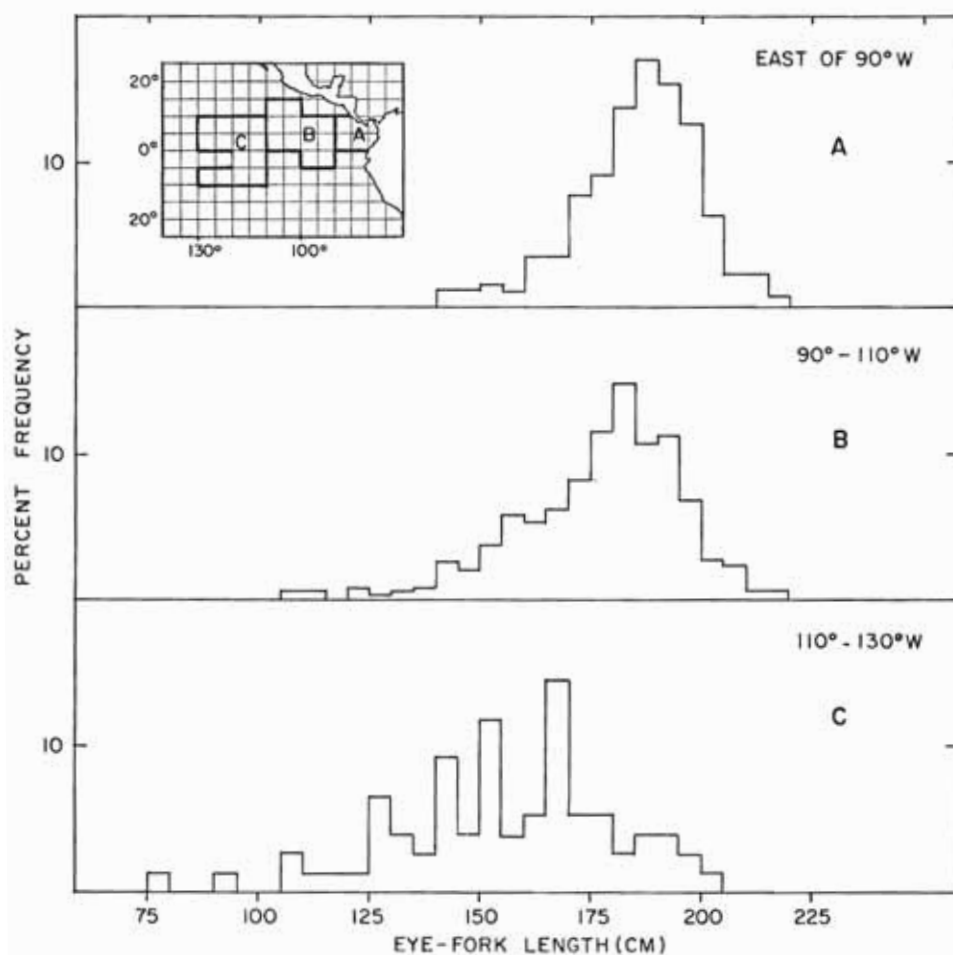


FIGURE 35a. Length frequency of sailfish, in three major fishing areas (see map insert), caught by longliners in the eastern Pacific, 1968-1970 combined.

FIGURA 35a. Frecuencia-talla del pez vela en tres áreas principales de pesca (véase mapa inserto), capturado por palangreros en el Pacífico oriental, para los años combinados de 1968 a 1970.

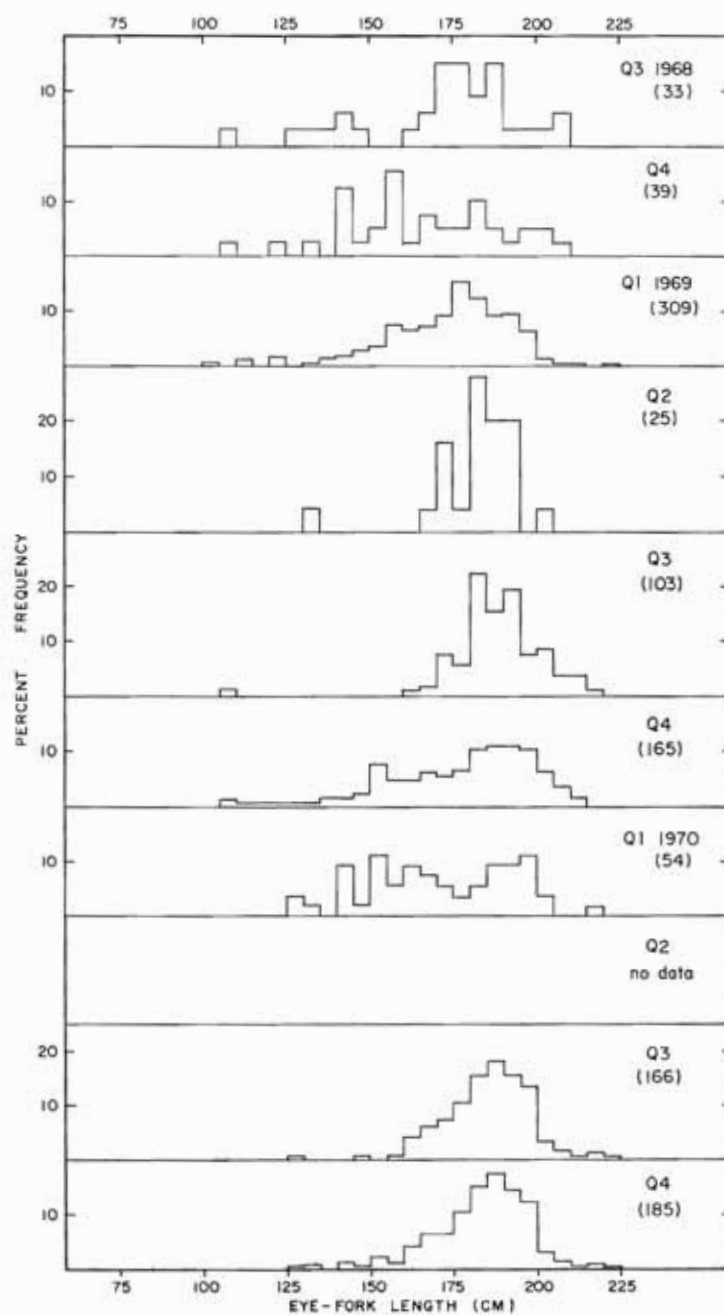


FIGURE 35b. Quarterly length frequency of sailfish caught by longliners in the eastern Pacific, by year, 1968-1970.

FIGURA 35b. Frecuencia trimestral de talla del pez vela capturado por palangre-ros en el Pacífico oriental, por año, 1968-1970.

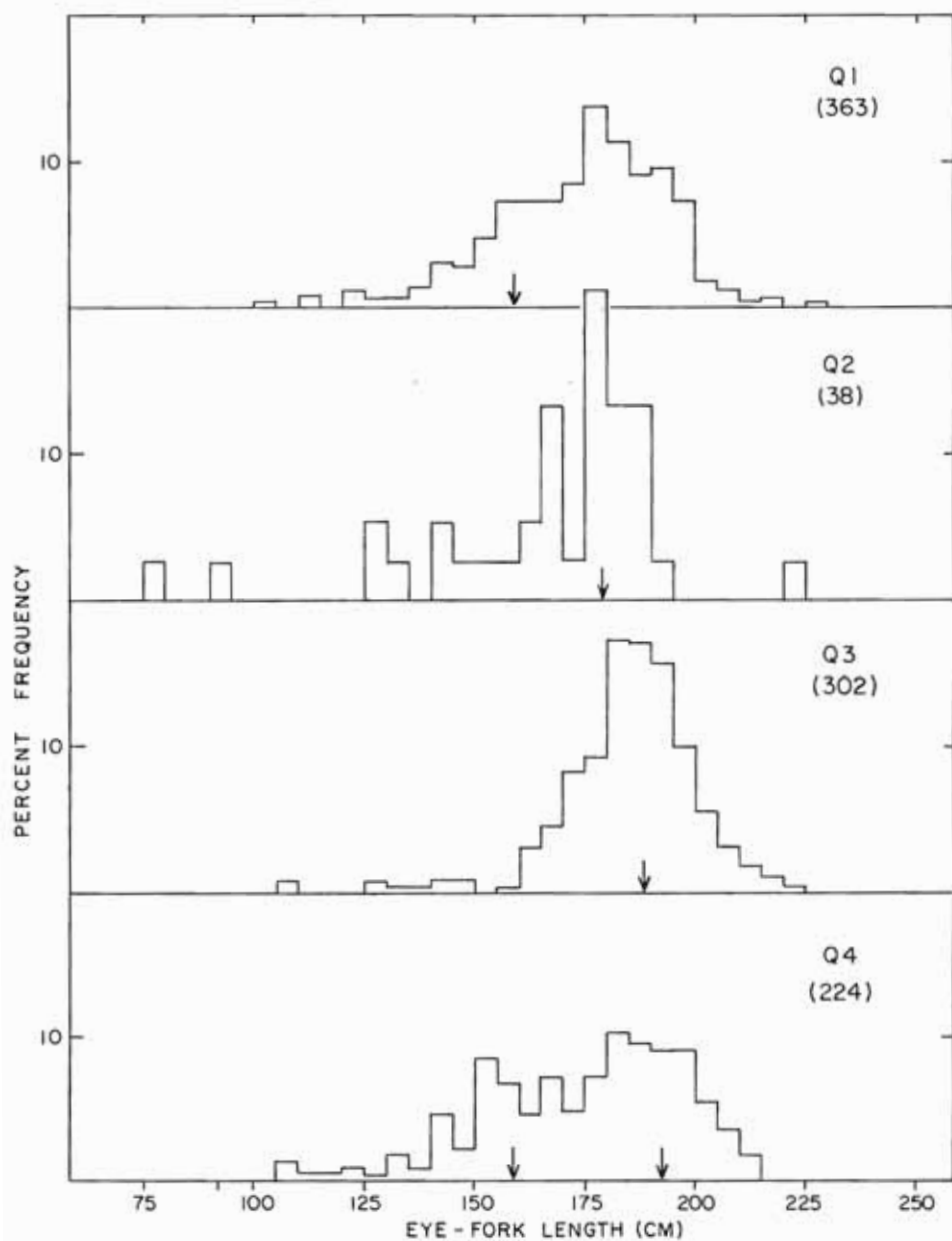


FIGURE 35c. Quarterly length frequency of sailfish caught by longliners in the eastern Pacific for all years combined, 1968-1970.

FIGURA 35c. Frecuencia trimestral de talla del pez vela capturado por palangre-ros en el Pacífico oriental para todos los años combinados 1968-1970.

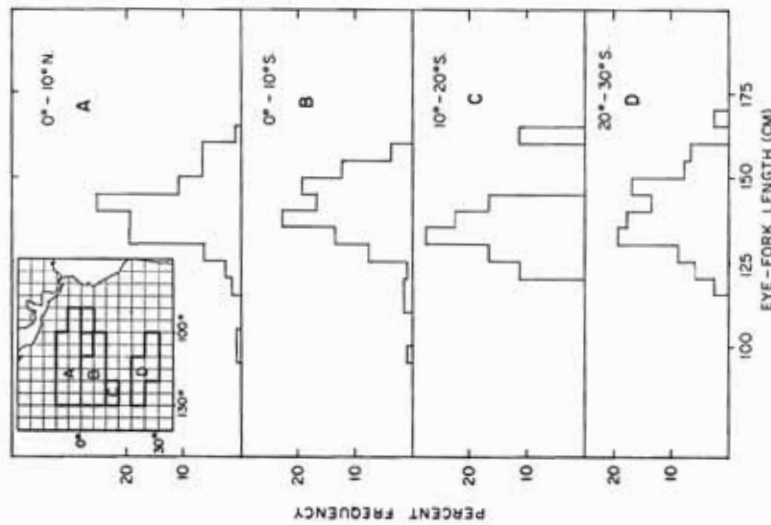


FIGURE 36a. Length frequency of shortbill spearfish, by area (see map insert), caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970 combined.

FIGURA 36a. Frecuencia-talla del pez aguja corta, por área (véase mapa inserto), capturado por palangeros en el Pacífico oriental, para los años combinados de 1967 a 1970.

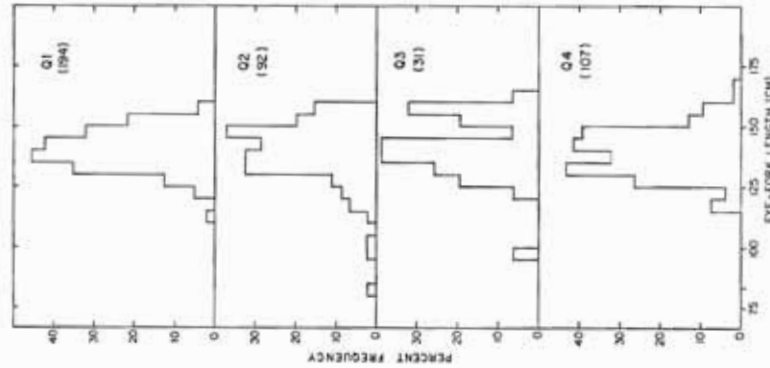


FIGURE 36b. Quarterly length frequency of shortbill spearfish caught by longliners in the eastern Pacific, 1967-1970 combined.

FIGURA 36b. Frecuencia trimestral de talla del pez aguja corta, capturado por palangeros en el Pacífico oriental, para los años combinados de 1967 a 1970.

TABLE 1. Annual estimates of longline fishing effort (hundreds of sets, thousands of hooks) in the eastern Pacific Ocean east of 130°W, 1967 to 1970.

TABLA 1. Estimaciones anuales del esfuerzo de pesca de embarcaciones palangreras (cientos de caladas, miles de anzuelos) en el Océano Pacífico oriental al este de los 130°W, 1967 a 1970.

Type of operation	Japan-based vessels Embarcaciones con base en el Japón	Mothership*	Pacific**	Atlantic***
Tipo de maniobra		Barco nodriza*	Pacífico**	Atlántico***
Capacity (metric tons) Capacidad (TM)	100 · 200	> 200	—	—
1967				
number of sets	7	184	1	5
number of hooks	1,360	39,831	329	906
1968				
number of sets	14	209	8	3
number of hooks	2,761	45,471	1,561	648
1969				
number of sets	28	261	17	5
number of hooks	5,883	56,306	3,910	1,059
1970				
number of sets	3	217	11	8
number of hooks	708	46,776	2,681	1,774
				1
				213

* Mothership using deck-loaded catcher boats — Barco nodriza usando embarcaciones pesqueras en cubierta

** Boats which unloaded at foreign ports in the Pacific — Embarcaciones que descargaron en puertos extranjeros en el Pacífico.

*** Boats which unloaded at foreign ports in the Atlantic — Embarcaciones que descargaron en puertos extranjeros en el Atlántico.

TABLE 3. Estimates of average body weight in kilograms used to calculate the weight of longline-caught bigeye and yellowfin.**TABLA 3.** Estimaciones del promedio del peso del cuerpo en kilogramos, empleadas para calcular el peso capturado por embarcaciones palangreras de patudo y aleta amarilla.

Bigeve — Patudo		AREA																	
Year	Quarter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año	Trimestre																		
1967	1				54.6										56.9				
	2				61.4										66.8				
	3									57.7									
	4				62.3										34.8				
1968	1				69.4										51.7				
	2									61.3									
	3				51.7										37.8				
	4				71.0										35.2				
1969	1				51.3										49.9				
	2				57.7										44.7				
	3									66.3									
	4				66.4										49.0				
1970	1				86.6										57.9				
	2				55.8										68.3				
	3				62.9										44.9				
	4				59.4										42.1				
Yellowfin — Aleta amarilla																			
1967	1									44.2									
	2									41.7									
	3									40.0									
	4									37.8									
1968	1				47.9										30.5				
	2									49.5									
	3									49.4									
	4									46.9									
1969	1									41.9									
	2				41.3										33.1				
	3				42.4										23.6				
	4				48.5										22.9				
1970	1									57.1									
	2				9.3					46.2									
	3									37.8									
	4				38.7										30.1				

TABLE 4. Comparison between estimated numbers (in thousands) of yellowfin caught in the eastern Pacific by the surface (SuF) and longline (LL) fisheries.

TABLA 4. Comparación entre las cantidades estimadas (en miles) de atún aleta amarilla capturado en el Pacífico oriental por la pesca epipelágica (EP) y palangrera (PL).

Size-class Talla	1964		1965		1966		1967		1968		1969		1970	
	SuF	LL°	SuF	LL°	SuF	LL°	SuF	LL	SuF	LL	SuF°	SuF within CYRA	EP fuera del ARCAA	EP en el ARCAA
< 40														
40-49	75.1		60.7		161.0	0.0	144.6	0.8	62.7	0.3	35.5	356.3	5.7	155.5
50-59	2,094.1		2,111.7		3,294.8	0.8	2,654.9	1.3	1,453.5	0.1	36.7	2,545.6	31.6	2,519.2
60-69	2,654.6		2,677.8		2,419.1	1.8	3,147.1	1.8	3,862.9	1.6	53.6	2,536.2	40.3	2,811.3
70-79	2,660.0		1,470.5		1,391.7	2.6	2,146.6	2.6	1,371.8	4.0	59.7	1,056.6	51.8	2,359.9
80-89	1,154.3	2.8	616.7	2.3	1,005.4	5.1	1,014.6	5.1	933.1	8.2	34.1	581.5	93.6	1,186.0
90-99	646.6	8.2	480.0	5.8	520.1	4.1	580.8	10.9	509.2	12.4	53.6	1,258.4	127.5	890.5
100-109	370.2	33.6	339.6	17.3	284.1	3.0	322.9	19.1	928.8	13.3	115.4	649.8	69.0	652.1
110-119	205.5	45.5	210.3	46.5	197.7	9.3	73.6	21.8	565.3	46.9	86.5	99.5	75.9	368.5
120-129	61.8	39.0	185.2	107.8	115.4	44.4	44.1	23.6	66.8	60.9	59.7	261.5	123.6	283.2
130-139	43.3	75.1	81.7	80.4	65.5	75.8	16.1	30.6	36.5	85.3	73.6	365.5	106.4	138.8
140-149	27.2	54.1	49.7	46.9	45.2	46.6	14.9	37.6	19.3	50.5	34.8	83.0	68.7	120.5
150-159	8.4	14.4	20.9	10.4	19.1	20.5	9.5	28.7	10.3	29.9	8.1	22.1	26.6	40.2
160-169	7.1	4.6	4.5	2.0	1.9	3.2	1.9	5.5	1.2	5.3	1.5	1.3	3.8	1.9
170-179	4.5	0.6	3.9	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.7	0.0	0.0	0.1	0.3	0.6
180-189	0.1	—	0.6	—	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0
Total	10,012.8	277.7	8,313.8	319.7	9,520.9	210.0	10,171.7	189.5	9,822.2	318.7	620.8	9,817.4	824.9	11,528.2
														172.4

* From Kume and Joseph (1969a), using the intervals 81-90, 91-100, etc. — Según Kume y Joseph (1969a), usando los intervalos 81-90, 91-100, etc.

** Significant catches of yellowfin were not made outside the CYRA by surface gear until 1969.

La pesca epipelágica no obtuvo capturas significativas de atún aleta amarilla fuera del ARCAA, sino hasta 1969.

**UN EXAMEN DE LA PESCA PALANGRERA JAPONESA DE ATUNES
Y PECES ESPADA EN EL OCEANO PACIFICO ORIENTAL,
1967-1970¹**

por

Chiomi Shingu², Patrick K. Tomlinson y Clifford L. Peterson

EXTRACTO

Este informe analiza la pesca palangrera japonesa de atunes y peces espada desde 1967 a 1970, ampliando los estudios hechos por Kume y Joseph (1969a, 1969b). Se discute y avalúa la distribución del esfuerzo y la captura, y los cambios en la abundancia aparente. Se hace un análisis de la madurez sexual y de la composición de talla de los peces y una breve comparación entre la composición de talla de los peces capturados en la pesca palangrera y la epipelágica.

INTRODUCCION

De 1967 a 1970, la pesca palangrera japonesa se extendió a través de todo el Océano Pacífico oriental al este de los 130°W. El desarrollo de esta pesquería, hasta 1966, fue analizado por Suda y Schaefer (1965a), Kume y Schaefer (1966) y Kume y Joseph (1969a). Las capturas palangreras en esta área consistieron principalmente de atunes hasta 1963, cuando la pesca se extendió hacia el norte a áreas en donde los peces espada eran abundantes (Kume y Joseph, 1969a). Esta tendencia continuó en los 4 años siguientes, *e.d.* 1967-1970.

En 1969, se aplicó el esfuerzo de pesca más alto desde que se inició la pesquería (cerca de 67 millones de anzuelos) en el Pacífico oriental, pero la captura resultante obtuvo solo el tercer lugar. En el período de 1969 a 1970, se encontraron nuevas áreas de pesca en el Pacífico sudeste y en el área frente a Colombia, pero esta expansión no aumentó significativamente la captura total.

La distribución geográfica del esfuerzo de pesca fluctuó de un año a otro durante el período de 1967-1970, lo que indica que en años recientes las embarcaciones palangreras han intentado distribuir el esfuerzo de pesca más eficazmente en las regiones pesqueras ya existentes en lugar de explotar nuevas áreas.

¹Esta investigación fue subvencionada en parte por el U. S. National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration.

²Dirección actual: Far Seas Fisheries Research Laboratory, Shimizu City, Japón.

RECONOCIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Dres. O. Kibesaki e Y. Fukuda, antecesor y director actual, respectivamente, del Far Seas Fisheries Research Laboratory (FSFRL), Shimizu, Japón, al facilitar que el autor principal pudiera afiliarse a los científicos de la Comisión Interamericana del Atún Tropical como científico visitante, y por permitirnos usar los datos recolectados por el personal del FSFRL. Queremos también dar las gracias al Dr. James Joseph, Director de Investigaciones de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, quién brindó más apoyo científico a esta investigación. Estamos además reconocidos al Dr. William H. Bayliff por haber examinado el manuscrito y ofrecido sugerencias útiles.

ORIGEN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Los datos empleados en este informe fueron recolectados por el FSFRL, de embarcaciones palangreras mercantes y de investigación, que maniobraron en el área al este de los 130°W de 1967 a 1970.

Estos datos incluyen: (1) el esfuerzo de pesca por caladas y anzuelos y la cantidad capturada de peces por área de 1°, trimestre del año y especie; (2) composición de talla y peso del cuerpo por área (5° de latitud por 10° de longitud), mes y especie; y (3) determinación del peso de las gónadas y talla de los peces por área (5° x 5°), mes y especie. En este informe los datos sobre la frecuencia de talla y de las gónadas abarcan desde enero de 1967 hasta diciembre 1970, coincidiendo en parte con la serie presentada por Kume y Joseph (1969a).

Los métodos de recolección y el procesamiento de los datos son esencialmente iguales a los empleados por Suda y Schaefer (1965a), Kume y Schaefer (1966) y Kume y Joseph (1965a). Los datos del esfuerzo y la captura fueron compendiados por área de 5°, mes, año y especie (Anónimo, 1969, 1970, 1971 y 1972a). El índice de capturas por anzuelo (ICPA), indica la cantidad obtenida de peces por 100 o 1,000 anzuelos. La madurez sexual de los atunes y peces espada, estudiada en este informe, fue determinada mediante un análisis del índice gonosomático calculado en la forma descrita por Kume y Schaefer (1966), *e.d.* el peso de ambos ovarios (en gramos) dividido por el cubo de la talla del pez (en centímetros) multiplicando el resultado por 10⁴. La talla corporal del pez se expresa por la longitud de horquilla que es la distancia del extremo de la mandíbula superior a la horquilla de la aleta caudal. La talla corporal de los peces espada se expresa por la longitud ojo-horquilla que es la distancia del margen posterior de la cavidad ocular a la horquilla de la aleta caudal. Para convertir la talla a peso del cuerpo, se emplearon las ecuaciones descritas por Lenarz (*en prensa*) para el atún aleta amarilla y por Kume y Shiohama (1964) para el patudo. La abundancia relativa de peces, indicada por áreas de 5° y por especies principales, es el producto del ICPA

(captura por 100 anzuelos) y por área de 5° ajustada de acuerdo a su posición latitudinal. La división de las áreas principales (Fig. 1) y la nomenclatura, tanto científica como vernácula, de los túnidos y peces espada son iguales a las empleadas por Kume y Joseph (1969a). Se copia aquí para conveniencia del lector:

NOMENCLATURA DE ESPECIES

<u>Española</u>	<u>Japonesa</u>	<u>Inglesa</u>	<u>Abreviada</u>	<u>Científica</u>
Atún aleta amarilla	Kihada	Yellowfin	YF	<i>Thunnus albacares</i>
Patudo	Mebachi	Bigeye	BE	<i>Thunnus obesus</i>
Atún albacora	Binnaga	Albacore	ALB	<i>Thunnus alalunga</i>

Para los peces espada hemos escogido la siguiente nomenclatura científica propuesta por Nakamura *et al.* (1968):

Pez espada	Mekajiki	Swordfish	SW	<i>Xipbias gladius</i>
Pez aguja corta	Furaikajiki	Shortbill spearfish	SS	<i>Tetrapturus angustirostris</i>
Marlín rayado	Makajiki	Striped marlin	SM	<i>Tetrapturus audax</i>
Marlín azul	Kurokajiki	Blue marlin	BUM	<i>Makaira mazara</i>
Marlín negro	Shirokajiki	Black marlin	BKM	<i>Makaira indica</i>
Pez vela	Bashokajiki	Sailfish	SF	<i>Istiophorus platypterus</i>

Para los fines de este informe, el vocablo general peces espada significa que incluye todas las seis especies antes mencionadas.

El tipo de maniobra pesquero, la clase de capacidad y el esfuerzo de las embarcaciones palangreras que pescaron en el Pacífico oriental durante 1967-1970, se indican en la Tabla 1.

Las grandes embarcaciones (más de 200 toneladas brutas) con base en puertos japoneses produjeron del 82 al 94% del esfuerzo total anual. El porcentaje de los registros obtenidos de los cuadernos de bitácora de las embarcaciones de esta capacidad, basadas en el Japón, fue 84% en 1967, 79% en 1968, 86% en 1969 y 98% en 1970 (Anónimo 1969, 1970, 1971 y 1972a).

El uso de calamares, melvas (*Scomber japonicus*) y jurel (*Trachurus japonicus*) para carnada ha aumentado recientemente debido a la escasez y al alto costo del paparda (*Cololabis saira*), el pez principal de carnada usado anteriormente por los palangreros japoneses. No se ha intentado separar en este estudio los datos de captura y esfuerzo con base al tipo usado de carnada.

Para estimar la captura total, por grupo de talla, conforme se ha usado en las discusiones y gráficos, fue necesario encontrar un modelo de muestreo que estuviera de acuerdo al método de muestreo de los varios programas de los cuáles se obtuvieron los datos. Debe escogerse primero,

con preferencia, el modelo de muestreo, indicando en esta forma la manera más apropiada de selección aleatorizada para medir los peces. Sin embargo, aunque no se siguió el procedimiento ideal, los modelos empleados deben ser lo suficientemente firmes y deben producir resultados realísticos sin error serio.

Casi todo el análisis se realizó con un modelo estratificado que tiene dos fases (Cochran, 1964) que ha sido adaptado con éxito en otras pescas (Tomlinson, 1971). En un estrato, las unidades de la primera fase eran de tamaño desigual, seleccionadas con una probabilidad similar, mientras que las unidades de la segunda fase fueron de peces individuales seleccionados mediante un muestreo de aleatorización sencillo. Se empleó tanto el área como el tiempo para la estratificación. A continuación se presentan las definiciones:

N = cantidad de unidades en la primera fase

n = cantidad muestreada de unidades en la primera fase

m_i = cantidad de unidades en la segunda fase (peces) muestreadas según la unidad i de la primera fase

y_{ijk} = 1 si el pez es del grupo k de talla, y 0 de lo contrario

$\bar{y}_{ik} = \sum_j^{m_i} y_{ijk} / m_i$ = fracción de la muestra i perteneciente al grupo k de talla

$w_{ijk} = AL_k^B$ si el pez es del grupo k de talla, y 0 de lo contrario

L_k = punto medio del grupo k de talla

A, B = coeficientes de la curva talla-peso

$\bar{w}_{ik} = \sum_j^{m_i} w_{ijk} / \sum_j^{m_i} y_{ijk}$ = peso promedio por pez del grupo k de talla de la muestra i

$\bar{\bar{w}}_i = \sum_k \sum_j^{m_i} w_{ijk} / m_i$ = peso promedio por pez en la muestra i

M_i = cantidad de unidades (peces) en la segunda fase en la unidad i de la primera fase.

W_i = peso total capturado en la unidad i de la primera fase

$\hat{M}_i = W_i / \bar{\bar{w}}_i$ = estimación de M_i (pesca epipelágica)

$$W = \sum_i^N W_i = \text{peso total capturado en el estrato}$$

$$M = \sum_i^N M_i = \text{cantidad total de peces capturada en el estrato}$$

$$\hat{W} = M \sum_i^n M_i \bar{w}_i / \sum_i^n M_i = \text{estimación de } W \text{ (pesca palangrera)}$$

$$\bar{w} = \sum_i^n \hat{M}_i \bar{w}_i / \sum_i^n \hat{M}_i = \text{estimación del peso promedio por pez capturado en el estrato, pesca epipelágica)}$$

$$\hat{M} = W / \bar{w} = \text{estimación de } M \text{ (pesca epipelágica)}$$

$$\bar{w} = W / M = \text{estimación del peso promedio por pez capturado en el estrato (pesca palangrera)}$$

$$Y_k = M \sum_i^n M_i \bar{y}_{ik} / \sum_i^n M_i = \text{cantidad estimada de peces de la talla } k, \text{ capturados en el estrato (pesca palangrera), o}$$

$$Y_k = \hat{M} \sum_i^n \hat{M}_i \bar{y}_{ik} / \sum_i^n \hat{M}_i \text{ (pesca epipelágica)}$$

Con el fin de obtener totales trimestrales y anuales, se sumó Y_k a través del estrato. En la pesca palangrera se usó la captura mensual por subárea (Fig. 1) como unidad de la primera fase y se formaron estratos agrupando los datos mes-subárea continuos (con muestreo y sin él). En la pesca epipelágica se usó la captura por viaje, mes y subárea (área total dividida en 8 subáreas) como primera fase, y se formaron los estratos al agrupar todos los viajes (con muestras o sin ellas) realizados en el mismo estrato mes-subárea.

Este modelo en dos fases, estratificado, fue usado para las capturas palangreras de patudo y atún aleta amarilla, y para las capturas epipelágicas (en el ARCAA) de aleta amarilla. Con respecto a todas las otras especies y áreas, se asumió que el muestreo de peces individuales en los estratos fuera aleatorio y sencillo. Para la pesca palangrera se combinaron las capturas de los barcos comerciales con las de las embarcaciones de investigación para obtener las capturas totales; sin embargo, todas las

muestras frecuencia-talla de la pesca palangrera provienen de capturas de barcos de investigación. Solo barcos mercantes contribuyeron a la captura de la pesca epipelágica.

RESULTADOS Y DISCUSION

EXPANSION DE LAS REGIONES DE PESCA, 1967-1970

El esfuerzo total anual desde 1967 a 1970, expresado como número de caladas de las artes en áreas de 1° , se indica en las Figuras 2 a-d. La cantidad de anzuelos por calada ha sido de un promedio de 2,200 en los últimos años (Joseph *et al.*, *en prensa*).

De 1967 a 1970, especialmente en 1969 y 1970, la pesca palangrera empezó a explotar más extensivamente dos áreas del Pacífico oriental, el Panamá *Bight* (o sea la porción del Pacífico al este de los 80°W , frente a Panamá, Colombia y Ecuador) y la región al este de los 90°W y al sur de los 5°S . Conforme se indica en un capítulo posterior, las capturas en la región del Panamá *Bight* son predominantemente de peces vela, y la región al sur de los 5°S produce relativamente altas capturas de patudo.

En 1970, las áreas de pesca palangreras se habían extendido a casi todas las aguas templadas y tropicales del Pacífico oriental (Fig. 2d).

CAMBIOS EN LA CANTIDAD Y DISTRIBUCION DEL ESFUERZO

En la Figura 3 se indica el esfuerzo de pesca anual y trimestral por el número de anzuelos utilizados en la pesca en el área al este de los 130°W desde 1962 hasta 1970. En esta figura, se agruparon las áreas 1 a la 18 (véase Fig. 1 para las localidades) en cuatro áreas grandes: (1) área 1 a 6—región del norte, (2) área 7 a 9—región ecuatorial del norte, (3) área 10 a 12—región ecuatorial del sur y (4) área 13 a 18—región del sur.

El esfuerzo de pesca fue descrito hasta 1966 por Suda y Schaefer (1965a), Kume y Schaefer (1966) y Kume y Joseph (1969a). En los años siguientes la cantidad total de anzuelos aumentó de 42 millones en 1967 a 67 millones en 1969, y se redujo luego a 52 millones en 1970.

El esfuerzo en 1969, fue el más alto desde que se inició la pesca palangrera en el Pacífico oriental. El esfuerzo en los hemisferios norte y sur fue muy similar en 1967 y 1970. El esfuerzo fue más intenso en el hemisferio norte, especialmente en 1968, y en menos grado en 1969. De las cuatro áreas extensas indicadas en la Figura 3, el esfuerzo fue el más alto en la mayoría de los años en la región ecuatorial del norte (áreas 7 a 9) durante el período 1967-1970, mientras que la región ecuatorial del sur (áreas 10 a 12) ocupó el segundo lugar en términos de la medida del esfuerzo. La distribución trimestral del esfuerzo (Fig. 3) cambió durante los años de 1967-1970, comparada con el período 1964-1966. Kume y

Joseph (1969a) indicaron que el esfuerzo en la región ecuatorial de 1964 a 1966, fue más intenso en los dos primeros trimestres que en los dos últimos. Sin embargo, desde 1967 a 1970, el esfuerzo fue generalmente más intenso durante los dos últimos trimestres del año, especialmente en la región ecuatorial del norte. Este cambio del esfuerzo en la región ecuatorial, afectó la distribución trimestral del esfuerzo de todas las áreas combinadas (Fig. 3).

El esfuerzo de pesca en términos de la cantidad de anzuelos por área de 5° y año, se sumaría además de la Figura 2 en la Figura 4. El esfuerzo se presenta como la proporción del número de anzuelos distribuidos en cada área de 5°, con relación a la cantidad total de anzuelos utilizados desde 1967 a 1970. Por lo general el esfuerzo se concentró fuertemente en unas cuatro regiones (Figs. 2 y 4): (1) el área alrededor de la parte meridional de Baja California y el litoral próximo de México, (2) el área desde el Ecuador hasta los 105°W, (3) el área al oeste de los 105° o 110° y entre los 5° y 10°S, y (4) el área limitada por los 10°-15°S y los 90°-105°W. Puede verse nuevamente que el esfuerzo en 1967, fue distribuido más bien uniformemente entre los dos hemisferios. El esfuerzo en 1968, se concentró intensivamente en el hemisferio septentrional, especialmente en las áreas 3, 5 y 6 de la región del norte. Esta concentración del esfuerzo al norte, fue asociada con el desarrollo de pesca de los peces espada frente a México. En 1969, se cambiaron las áreas en las que se había ejercido el esfuerzo más intenso en la región del norte a la región ecuatorial del sur y a la parte oriental de la región ecuatorial del norte. La cantidad usada de anzuelos en el área 9 durante 1969, fue de unos 20 millones, es decir aproximadamente 30% del total. La distribución del esfuerzo en 1970, fue similar a la de 1967. El número explotado de áreas de 5° fue 108 en 1967, 134 en 1968, 116 en 1969 y 119 en 1970.

CAMBIOS EN LA CAPTURA

Las capturas anuales de la pesca palangrera se compendian, por especies, en la Figura 5 a-b y las Tablas 1 y 2 del Apéndice. Desde 1967 a 1970, el número total capturado de peces fue el más alto (aproximadamente 1,600,000 peces) durante 1969, y el más bajo (1,150,000 peces) durante 1970. La captura total fue más o menos igual en 1968 y 1969, pero la composición de especies en los 2 años fue muy diferente. En 1968, la especie dominante en la captura fue el pez vela (incluyendo el pez aguja corta) y el marlín rayado, pero el patudo y el aleta amarilla predominaron en 1969. (Howard y Ueyanagi, 1965; Shiohama, 1969; Kume y Joseph, 1969a y Joseph, *et al.*, *en prensa*) indicaron que la mayoría del aguja corta es capturado en las áreas oceánicas lejos de la región de los peces vela, y que las capturas de aguja corta son bastante pequeñas). Parece que esta diferencia se deba al cambio de la distribución geográfica del esfuerzo de

pesca entre 1968 y 1969 (Figs. 2 y 4). Los peces espada formaron aproximadamente en 50% de la captura total en 1967 y 1970.

A principios de 1967, la captura de albacora había disminuido en tal proporción que esta especie formó solo un pequeño componente de la captura total. La captura de patudo aumentó agudamente de 300,000 peces en 1967 y 1968 a 600,000 peces en 1969, debido principalmente a las buenas capturas logradas en el área 9, luego declinó en 1970 a su nivel anterior. Tanto en 1968 como en 1969, se capturaron unos 310,000 atunes aleta amarilla que es la mayor cantidad lograda desde 1964. La captura de peces espada en 1968, fue la mejor desde que la pesca palangrera comenzó a maniobrar en esta área. Según lo mencionaron Kume y Joseph (1969a), los marlines rayados y peces vela, forman el mayor componente en la captura de peces espada. La captura de estas dos especies fue entre 420,000 y 700,000 peces durante 1967-1968, formando del 40 al 50% de toda la captura palangrera. Desde 1969, la captura de pez espada es más importante que antes, igualando o excediendo la captura de albacora.

Los cambios anuales del peso total en la captura parece depender de la composición de especies (Fig. 5). Por ejemplo, durante 1968, el peso total de la captura que incluía muchos peces espada, fue considerablemente inferior a la de 1969, mientras que la cantidad total capturada de peces en cada año fue aproximadamente la misma. El peso anual de la captura se afecta también, claro está, por los cambios en el promedio del peso del cuerpo, aún en la misma especie. Por otra parte, el peso total de la captura en 1967 y 1970, fue más o menos igual, debido a que la composición de especies, en términos de la cantidad de peces, fue casi igual en los 2 años.

Los cambios en la composición de especies en la captura, se relacionan probablemente a la abundancia de los peces y a la distribución del esfuerzo. Con el fin de examinar los cambios en la captura anual y la composición de especies con relación a la distribución geográfica del esfuerzo de pesca, preparamos la Figura 6, en la que la cantidad capturada de peces se indica por área principal, especie y año, 1967-1970.

1) Región del norte (áreas 1-6):

Según la Figura 6, es evidente que estas regiones de pesca, especialmente las áreas 3, 5 y 6 son predominantemente áreas de peces espada. Las áreas 3 y 5 produjeron una gran cantidad de marlin rayado, representando del 38 al 56% de la captura total de esta especie obtenida en toda la región. La captura principal de pez vela, del 37 al 53% del total en el Pacífico oriental, provino del área 6. La captura de pez espada fue superior en el área 3 que en las otras áreas de esta región. Las capturas de atunes fueron insignificantes en la región del norte. La captura total de atunes y peces espada fue inusitadamente alta en las áreas 3, 5 y 6 durante 1968, cuando se ejerció más esfuerzo en estas áreas, como se observó anterior-

mente. El esfuerzo de pesca y la captura en las áreas 1, 2 y 4 fueron especialmente pobres, aunque Kume y Joseph (1969a) indicaron que se obtuvieron capturas bastante buenas de aleta amarilla y patudo en estas áreas desde 1964 a 1966.

2) Región ecuatorial del norte (áreas 7-9):

El área 9 fue la región pesquera más importante en la región ecuatorial del norte como también en toda el área del Pacífico oriental desde 1967 a 1970, tanto de atunes como peces espada. La captura anual de todas las especies obtenidas en el área 9 aumentó de 230,000 peces en 1967, a 520,000 en 1969, pero disminuyó a 26,000 peces en 1970; las variaciones anuales en la captura siguen muy de cerca a las del esfuerzo (Fig. 2). Además es interesante observar que la captura de peces espada en el área 9 aumentó bastante en 1969, siendo la tercera especie más importante, seguida por el patudo y el aleta amarilla. Sin embargo, con excepción de 1969, el pez vela (incluyendo el aguja corta) fue la especie dominante en las capturas anuales del área 9. Las capturas de patudo en el área 9 siguieron muy de cerca las variaciones anuales de la captura observada correspondiente a la captura total de esta área. Las capturas de aleta amarilla en el área 9 fueron de unos 100,000 peces en 1968 y 1969, cuatro o cinco veces superior a la de los otros años. Las capturas anuales combinadas en las áreas 7 y 8, son muy inferiores a las del área 9. La proporción de peces espada en las capturas de las tres áreas de la región ecuatorial disminuyó progresivamente de este a oeste.

3) Región ecuatorial del sur (áreas 10-12):

Las áreas 10 y 11 son importantes regiones pesqueras de atún; la composición de especies de las capturas en estas dos áreas es bastante similar. Se capturaron pequeñas cantidades de albacora en las áreas 10 y 11 en comparación con el área 12, en la que esta especie fue bastante importante en la captura total. El patrón geográfico de las capturas de peces espada en las áreas 10, 11 y 12 es similar al de la región ecuatorial del norte. La captura de patudo en todas las tres áreas (10, 11 y 12) fue más alta en 1969, como lo fue en la región ecuatorial del norte.

4) Región del sur (áreas 13-18):

Durante el período de 1956 a 1966, el albacora fue la especie dominante en las áreas 13-17 (Suda y Schaefer, 1965a; Kume y Schaefer, 1966; Kume y Joseph, 1969a). Se reconoció esta tendencia en los años sucesivos de 1967 a 1970 (Joseph *et al.*, *en prensa*). El índice de captura por anzuelo (ICPA) del patudo en la porción oriental de las áreas 15 y 18 fue relativamente alto (Kume y Joseph, 1969a; Joseph *et al.*, *en prensa*). A juzgar por la composición de especies en la captura y por la distribución del esfuerzo en las áreas 15 y 18, parece que se ejerció más esfuerzo palangrero en el patudo y aleta amarilla que en el albacora. La captura del área 18, recién-

temente explotada, no resultó en un aumento de la captura total en el Pacífico oriental.

COMPARACION DE LAS CAPTURAS ENTRE LAS AREAS AL ESTE Y OESTE DE LOS 130°W

La Figura 7 presenta la captura palangrera japonesa en el Pacífico, en términos de la cantidad de atunes y peces espada obtenida al este y oeste de los 130°W, desde 1962 a 1970 (Anónimo, 1972a). Aunque la composición de especies de la captura total, se encuentra influida hasta cierto grado por la distribución geográfica del esfuerzo de pesca, expresa alguna idea sobre la importancia relativa de las regiones palangreras en el Pacífico oriental.

Las capturas palangreras japonesas en todo el Pacífico, disminuyeron de 1962 a 1970, de 9,000,000 de peces en 1963, a solo 5,000,000 en 1970. De toda esta captura, los atunes y peces espada del Pacífico oriental propiciaron un 20% del total durante todo el periodo; sin embargo, esta porción fue del 18% desde 1962 hasta 1966, y 22% desde 1967 a 1970. Desde 1964, aproximadamente la mitad de todas las capturas de peces espada provino del área al este de los 130°W, mientras que la captura de atunes en el Pacífico oriental formó solo el 15% de toda la captura de estas especies durante los últimos años.

Entre los atunes del Pacífico oriental, el patudo ha contribuido mucho más que cualquier otra especie a la captura total palangrera lograda en el Pacífico. Del 20 al 35% de toda la captura de patudo en el Pacífico fue obtenida al este de los 130°W durante 1962-1970. La captura palangrera de aleta amarilla en esta área representó el 10% de toda la captura palangrera de esta especie durante 1962-1966, y luego aumentó a 16% a medida que la captura total declinó rápidamente. La porción de albacora del Pacífico oriental varió entre 3 y 15% en la captura palangrera de esta especie en todo el Pacífico. Desde 1964, cuando empezó la expansión hacia el norte de las áreas de pesca palangreras japonesas en el Pacífico, el pez vela y el marlín rayado han contribuido substancialmente en esta región a las capturas japonesas de peces espada (Kume y Joseph, 1969a). De toda la captura de estas especies en la pesca palangrera, del 70 al 90% del pez vela y del 40 al 70% del marlín rayado fue capturado en el Pacífico oriental durante los últimos 2 o 3 años. Hasta 1968, la mayoría de la captura de peces espada fue obtenida en el área al oeste de los 130°W. Sin embargo, en 1969 y 1970, el porcentaje de pez espada obtenido en el Pacífico oriental fue 40% y 34% respectivamente. Las regiones principales de pesca del marlín azul y del marlín negro parecen localizarse en el área al oeste de los 130°W.

En conclusión, la captura palangrera de atunes y peces espada en el Pacífico oriental, ha permanecido bastante constante desde 1962 hasta

1970, mientras que la del Océano Pacífico al oeste de los 130°W ha declinado progresivamente.

DISTRIBUCION DE LAS REGIONES DE PESCA, POR ESPECIE Y TRIMESTRE

Como el número de anzuelos empleado en una calada del arte palangrero no es consistente, el ICPA sirve como una estimación mejor de la captura por unidad de esfuerzo que la captura por calada. Consecuentemente, si el cambio estacional en la accesibilidad de los peces es pequeño, la distribución zonal del ICPA será útil para examinar los cambios en la distribución de los peces y en la abundancia de las poblaciones pesqueras palangreras. En la Figura 8a-g, el promedio trimestral del ICPA en áreas combinadas de 1° en 1967-1970, representa la captura por 1,000 anzuelos conforme ha sido empleado anteriormente por investigadores (Suda y Schaefer, 1965a; Kume y Schaefer, 1966; Kume y Joseph, 1969a). Los ICPA trimestrales de cada especie, se discuten más adelante:

Albacora

Las regiones principales de pesca del albacora se encuentran en las áreas meridionales al sur de los 10°S (Fig. 8a, 1-4). Las capturas en el área al norte de los 5°S son bastante esporádicas. En estudios previos de la pesca palangrera japonesa en el Pacífico oriental, los investigadores han observado que existen dos fajas zonales de la distribución del albacora (a los 16-20°S y 25-30°S) que se extienden en una dirección este-oeste y, que la albacora en la faja zonal del norte parece desplazarse ligeramente al norte durante el segundo y tercer trimestre. Estas dos fajas zonales de la distribución del albacora han sido también observadas en el área al oeste de los 130°W (Koto, 1966). Las dos fajas zonales son evidentes, por lo menos en los últimos tres trimestres del año, en nuestros datos de 1967 a 1970. Existe además, alguna señal de un cambio hacia el norte en la distribución del albacora en la faja zonal del norte durante el segundo y tercer trimestre. El ICPA en la parte oriental de la faja zonal del norte fue más alto en los dos últimos trimestres conforme lo indicaron también Kume y Joseph (1969a).

Existen algunas diferencias interesantes en el ICPA del albacora entre nuestro estudio y el de Kume y Joseph (1969a). En este último estudio, el ICPA del albacora en la faja zonal del sur fue más alto durante los dos últimos trimestres en el área occidental, mientras que en el estudio actual del mismo período, es más alta en el área oriental. El albacora en la faja zonal del sur es por lo general joven (véase página 210).

Otro acontecimiento significativo durante el período de 1967 a 1970, fue la captura de albacora al este de los 90°W, probablemente asociada con la expansión de pesca del patudo y aleta amarilla en esa área.

Patudo

Esta especie se captura principalmente al sur de los 10°N. El área pequeña de concentración entre los 20° y 35°N, justo al este de los 130°W, mencionada también por Kume y Joseph (1969a), corresponde al extremo oriental de un área en la que se encuentra el patudo ampliamente distribuido en la Corriente Norte del Pacífico (Kume, 1969).

En las Figuras 8b (1-4), se presentan las dos áreas principales de distribución. Una de ellas se extiende desde los 130°W y 2° a los 9°N, hasta las costas de Colombia, Ecuador y norte del Perú, y la otra yace en la forma de un arco desde los 130°W y 0° a 12°S aproximadamente hasta los 30°S y 80° a 90°W. Parece que el patudo es más abundante en el área frente al Ecuador y el norte del Perú, y a lo largo de la línea ecuatorial, durante los dos últimos trimestres, aunque la abundancia de peces es relativamente alta durante todo el año en esa área. En el área recientemente explotada al sur de los 10°S y al este de los 90°W, aparecen grandes concentraciones de patudo en los dos últimos trimestres del año.

Es probable que el patudo no aparezca en grandes cantidades en la Corriente del Perú, cuyas aguas dividen las dos grandes áreas ecuatoriales donde se concentra el patudo anteriormente mencionado, especialmente en la porción oriental; sin embargo, la cantidad de esfuerzo ejercida en esta área es bastante limitada.

Atún aleta amarilla

Las áreas de mayor abundancia de atún aleta amarilla se encuentran generalmente localizadas un poco al norte de las del patudo (Fig. 8c, 1-4).

La expansión de la pesca palangrera en las porciones al este de las regiones de pesca del Pacífico oriental, al norte del Ecuador durante 1967-1970, se refleja en las grandes capturas de aleta amarilla en todos los trimestres menos en el tercero al este de los 100°W, entre los 6° y 12°N. Es digno de atención que las capturas de aleta amarilla en esta faja latitudinal durante el tercer trimestre fueran pobres, no solamente al este de los 100°W pero también al oeste de esa longitud; esta situación es también evidente en los datos presentados por Kume y Joseph (1969a) de 1964-1966.

En el área entre los 105°-130°W y 0°-10°N, se encontró aleta amarilla en mayor abundancia durante los dos primeros trimestres que durante los dos últimos, en los años de 1967 a 1970.

En el hemisferio meridional, el patrón trimestral del ICPA del aleta amarilla en 1967-1970, fue similar al de 1964-1966, *e.d.* las áreas de mayor abundancia en el primer semestre del año estaban localizadas en la zona ecuatorial, mientras que en los dos últimos trimestres se encontraban considerablemente más lejos al sur. Las regiones nuevas de pesca, al este

de los 90°W y al sur de los 5°S, fueron especialmente productivas en el tercer trimestre.

Es interesante observar que el área en la que hay un ICPA mayor de aleta amarilla en el periodo 1967-1970, *e.d.* entre los 6°-12°N, es también una de las áreas más importantes de captura de esta especie por embarcaciones cerqueros (Calkins y Chatwin, 1971).

Pez espada

A principios de 1963, los barcos palangreros japoneses comenzaron a hacer caladas especiales de noche con artes específicamente aparejadas para la pesca del pez espada; se emplearon calamares como carnada en lugar de paparda u otros peces cebo que se utilizan en las caladas diurnas. Por lo tanto fue posible distinguir estas caladas especiales, observando el tipo de carnada empleado. Sin embargo, en años recientes esta diferencia ha sido velada por el aumento en el empleo de calamares como carnada en caladas diurnas. Así que el ICPA indicado en la Figura 8d (1-4), incluye ambos tipos de lances. El error resultante no es probablemente lo suficientemente grande como para afectar las conclusiones.

La distribución de las capturas de pez espada (sin referencia a la abundancia) en 1967-1970, en el área entre los 10°N y 35°S (Fig. 8b, 1-4) es notablemente similar a la del patudo.

Las áreas de mayor abundancia durante 1967-1970, no se diferenciaron grandemente de la de estudios previos. Las áreas más altas de concentración se encontraron frente a Baja California y el litoral de México entre los 20°-28°N, alrededor de las Islas Galápagos y frente a las costas del Ecuador y Perú. En el área frente a México, el ICPA fue más alto en el cuarto trimestre y se redujo luego progresivamente desde el primer trimestre hasta el tercero. El ICPA del pez espada frente al Ecuador y las Galápagos, permaneció bastante constante durante el año. Kume y Joseph (1969b) han indicado que el pez espada en áreas de alta abundancia es por lo general inmaduro sexualmente.

El ICPA en 1967-1970, se diferencia al de los años anteriores en que (1) se lograron algunas buenas capturas de peces espada en el primer trimestre frente a las costas de Colombia en 1967-1970 (ésto puede indicar un ligero desplazamiento hacia el norte en el primer trimestre, y (2) el área en la que se capturaron peces espada en el periodo 1967-1970, parece más extensa que en los años anteriores.

Marlín rayado

El área de más abundancia de esta especie en el Pacífico oriental se encuentra localizada frente a México y la América Central desde los 10° hasta los 27°N y al este de los 120°W (Figs. 8e, 1-4). Durante 1967-

1970, el modelo trimestral del índice de captura en esta área fue bastante similar al observado por Kume y Joseph (1969a) en el período 1964-1966, y por Joseph *et al.* (*en prensa*) en el período de 1956-1970. Un punto diferente es que los datos del primer período de años, indican un ICPA substancial en los dos últimos trimestres en el área entre los 120°-130°W y los 14°-22°N, lo cuál no aparece en este estudio. La concentración de marlín rayado frente a México y la América Central fue pequeña en cuanto el área geográfica y a la captura durante el primer trimestre; la mayoría de la captura durante este período provino de la boca del Golfo de California y de la parte meridional. La pesca de esta especie se extendió rápidamente durante el segundo trimestre, especialmente a lo largo de la costa del litoral mexicano tan lejos hacia el sur como el Golfo de Tehuantepec. El área de pesca alcanzó su mayor extensión en el tercer trimestre, alcanzando los 10°N; además la pesca frente a Baja California, México, tuvo un gran desarrollo durante este trimestre. En el cuarto trimestre el área de pesca tuvo una reducción substancial, especialmente a lo largo de la costa mexicana del sur; la pesca de marlín rayado en el área del Golfo de Tehuantepec y al sur de los 10°N alcanzó su mínimo durante este trimestre.

Los cambios estacionales del ICPA de marlín rayado, al sur de los 10°N durante 1967-1970, no se encuentran tan bien definidos como en los años de 1964-1966 (Kume y Joseph, 1969a) y 1956-1970 (Joseph *et al.*, *en prensa*) pero están básicamente de acuerdo. Sin embargo, el ICPA de esta especie en el área entre las Islas Galápagos y el Ecuador en 1967-1970, fue el más alto en los dos primeros trimestres del año, mientras que en 1964-1966, fue el más alto en el cuarto trimestre. Parece que los peces en esta área se desplazan hacia el sur durante el segundo trimestre del año. El marlín rayado fue bastante abundante en el área al oeste de los 90°W aproximadamente entre los 5°-17°S durante los dos primeros trimestres del año; se localizó un área más pequeña de abundancia al oeste de los 110°W a los 20°S.

La faja zonal de abundancia relativamente alta de marlín rayado, durante el primer trimestre y el último entre los 20°-30°S, indicada por Kume y Joseph (1969a) para los años de 1964-1967, puede verse en estos datos aunque no tan claramente como en el primer período.

Marlín azul

El marlín azul nunca ha contribuido muy substancialmente en la captura total de la pesca palangrera en el Pacífico oriental. Aunque esta especie se encuentra ampliamente distribuida en el Pacífico oriental, la única área que produce buenas capturas es la que se encuentra entre los 15°-27°S, al oeste de los 105°W; las capturas en esta área son bastante altas en el primer trimestre y, en menor grado, en el cuarto trimestre (Figs. 8f, 1-4).

Los datos sobre el ICPA del marlín azul durante el período de 1967-1970, son diferentes a los de los primeros años en dos áreas: (1) la expansión de pesca en el Panamá Bight en años recientes, dió como resultado pescas bastante buenas allí, especialmente en los dos últimos trimestres; (2) las capturas en el segundo y tercer trimestre del período 1967-1970, a lo largo de la costa meridional de México y en la región que colinda al sur con el Golfo de Tehuantepec fueron mucho mejores que en los primeros años.

Pez vela y pez aguja corta

La distribución del ICPA del pez vela y el pez aguja corta se presenta combinada en las Figuras 8g (1-4) debido a que la mayoría de las embarcaciones comerciales palangreras no hacen distinción alguna entre las dos especies en sus cuadernos de bitácora. Sin embargo, Kume y Joseph (1969a) y Joseph *et al.* (*en prensa*) han demostrado que todas las capturas al norte de los 10°N, y las logradas a varios cientos de millas de la costa en otros lugares son esencialmente de peces vela, mientras que las capturas mar adentro de una línea diagonal dibujada desde la intersección de 130°W y 0° a 90°W y 15°S consisten principalmente de peces aguja corta.

Fundándonos en esto puede verse en la Figura 8g (1-4) que los peces vela aparecen abundantemente durante todo el año a lo largo de la costa central de México hasta Colombia, aunque ocurren cambios estacionales en el ICPA en esta área y en los alrededores. En el primer trimestre durante el período 1967-1970, las capturas de peces vela se limitaron en su mayoría al área al sur de los 20°N, mientras que en los otros trimestres del año se extendieron hacia el norte hasta alcanzar los 26°N. Las capturas de peces vela en el Panamá Bight fueron buenas en todos los trimestres menos en el segundo; los dos últimos trimestres fueron especialmente productivos en esta área. En el cuarto trimestre, el área buena de pesca del pez vela a lo largo de México y Centroamérica se limitó mucho más a las áreas costaneras que en los otros trimestres del año a diferencia de la situación que se presentó en los años de 1964-1966. Finalmente se observó que el centro de la abundancia del pez vela en el área frente a México y la América Central pareció cambiar hacia el sudeste durante el segundo y tercer trimestre.

El pez aguja corta se encuentra distribuido más bien ampliamente en la porción sudoeste de pesca, aparentemente sin ninguna área de alta abundancia. Esta especie es más abundante al sur de los 20°S en el primer trimestre y en el cuarto que en los otros.

Resumiendo las discusiones indicadas anteriormente sobre cada especie, la distribución general de atunes y peces espada en 1967-1970, fue bastante similar a la informada por Kume y Joseph (1969a) de los años 1964-1966.

Es evidente que las áreas recientemente explotadas desde Guatemala a Colombia, son regiones importantes de pez espada, mientras que el patudo y el albacora predominan en las nuevas áreas al sur de los 5°S y al este de los 90°W. En las aguas frías frente a Chile y al sur del Perú, la distribución de los atunes y peces espada parece ser esporádica aunque debe indicarse que el esfuerzo palangrero es bastante ligero en esta región. Así que en años recientes la pesca palangrera parece que se ha extendido hasta el punto que ocupa ahora casi completamente las áreas más productivas de pesca del Pacífico oriental.

TENDENCIAS GENERALES EN LA ABUNDANCIA APARENTE RELATIVA, 1967-1970

En los estudios de la pesca con palangre, se ha empleado el ICPA como una de las medidas de la abundancia relativa de los peces y parece que identifica bastante bien las áreas buenas de pesca. Esto significa que el ICPA refleja bastante bien los cambios en la abundancia relativa, por lo menos para las poblaciones accesibles, aunque este método es bastante empírico. Si la accesibilidad de los peces sucede de una manera aleatoria, la media del ICPA obtenida de los datos durante un periodo largo de tiempo, sería una buena estimación del promedio de la abundancia relativa. Cuando la accesibilidad y la distribución de los peces o el esfuerzo cambian por áreas, el error sistemático (sesgo) que resulta en la abundancia relativa, puede reducirse algo, al estratificar las regiones de pesca.

En este informe comparamos los cambios del promedio trimestral del ICPA por área y especie principal (Fig. 9 a-f). El ICPA se indica como la captura por 100 anzuelos.

Albacora

En las áreas 13 a 16 de las regiones meridionales el ICPA fue generalmente más alto en los dos primeros años del periodo 1967-1970, que en los dos últimos años. En las otras áreas no hubo tendencias anuales perceptibles y el ICPA fue bastante bajo con excepción de 1970. El ICPA más alto apareció en el área 16, mientras que el más alto durante 1964-1966, fue en el área 13 (Kume y Joseph, 1969a). No existe evidencia de cambios estacionales regulares, en el ICPA en ninguna de las dos áreas, excepto, que en conjunto, el ICPA anual fue relativamente superior durante el tercer trimestre de 1970. Si se compara con los años de 1964-1966, el nivel del ICPA anual durante 1967-1970 fue evidentemente inferior.

Patudo

La Figura 9b presenta el promedio trimestral del ICPA en las áreas al sur de los 10°N (áreas 7 a 18). El patrón estacional de las fluctuaciones en el ICPA varía más en las áreas situadas más hacia el oriente, en donde

ocurrió el ICPA más alto durante el último semestre del año. Por otra parte, en las áreas más occidentales el ICPA fue superior durante los dos primeros trimestres aunque el patrón de las fluctuaciones estacionales no es tan claro como en las áreas orientales. Estos cambios estacionales en el ICPA indican un desplazamiento de patudo entre las áreas del este al oeste o viceversa. Este patrón de las fluctuaciones estacionales en el ICPA se ajusta bien a los resultados informados por Kume y Schaefer (1966) y Kume y Joseph (1969a).

De 1967 a 1969, no hubo grandes cambios en el ICPA. Sin embargo, en 1970, el ICPA disminuyó ligeramente en total, especialmente en las áreas orientales. En las áreas recientemente explotadas (15 y 18), el ICPA fue superior durante 1968 y 1969, pero declinó durante 1970, al mismo nivel que las otras áreas.

Con el fin de comparar la abundancia aparente de 1967 a 1970, con la de los años anteriores a 1966, se indica en la Figura 10 (recuadro superior) la relación entre el esfuerzo y la captura en las áreas principales (7 a 12). Parece que la relación entre el esfuerzo y la captura puede dividirse en dos periodos, desde 1956 hasta 1963, y desde 1965 hasta 1970. El primero fue un periodo en el que se estaba desarrollando la pesquería y el ICPA fue alto (entre 2.0 y 3.0) mientras que durante el último periodo, después de que tuvo lugar el desarrollo completo de pesca, el ICPA estuvo a un nivel bajo (de 1.0 o menos).

Si existe una relación de equilibrio entre el esfuerzo y la captura en el Pacífico oriental, las capturas deben fluctuar alrededor de un nivel promedio cuando el esfuerzo es constante durante un largo periodo de tiempo. Parece que esto ocurrió en 1965 hasta 1968. En otras palabras, parece que las capturas del volumen de las logradas en 1964 o 1969, no pueden obtenerse continuamente. Sin embargo, como lo indicaron otras personas (Kume y Joseph, 1969a; Kume, 1969; y Suda *et al.*, 1969) para comprender la dinámica de pesca del patudo en el Pacífico oriental, sería necesario establecer más claramente la relación que existe entre la población o las poblaciones del Pacífico oriental con las que se encuentran más al oeste.

Atún aleta amarilla

Como regla general, el ICPA del aleta amarilla es superior durante los dos primeros trimestres en el hemisferio norte y durante los dos últimos en el hemisferio sur (Fig. 9c). Sin embargo, los cambios estacionales en el ICPA son más bien irregulares en el hemisferio del norte. El ICPA anual fue superior en 1968, en casi todas las áreas. De 1968 a 1970, se observó una rápida reducción en el ICPA en las regiones principales de aleta amarilla, incluyendo las áreas 8 y 9. En el área 15, una área nueva de pesca, aparecieron índices relativamente altos de captura durante 1967

y 1968, pero disminuyeron rápidamente durante 1969 y 1970. En general el nivel del ICPA en el Pacífico oriental durante 1967-1970, fue igual o ligeramente inferior comparado con el informado por Kume y Joseph (1969a), correspondiente a los años 1964-1966.

La Figura 10 (recuadro inferior) presenta la relación entre el esfuerzo y la captura de las áreas principales de pesca desde 1956 hasta 1970. La relación es bastante diferente a la del patudo en los últimos años. Por ejemplo, la captura en 1968, fue superior 1.5 veces a la de 1967, pero el esfuerzo de pesca en esos dos años fue casi el mismo. Además, durante 1969, el esfuerzo de pesca aumentó rápidamente pero la captura resultante aumentó solo ligeramente. Estos ejemplos sugieren que la accesibilidad o reclutamiento de los peces en la pesca palangrera es variable.

El estudio sobre la pesca palangrera de aleta amarilla debe considerar dos problemas. El primero es el de la estructura de población, *e.d.*, la relación que hay entre los peces explotados por la pesca palangrera y la epipelágica. Previos investigadores (Suda y Schaefer, 1965a; Kume y Schaefer, 1966; y Kume y Joseph, 1969a) sugieren que tanto la pesca palangrera como la epipelágica pescan en grado substancial la misma población de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental. La relación entre el esfuerzo y la captura en los años 1967-1970 (Fig. 10) parece afirmar esta opinión. Sin embargo, es también interesante observar que estudios recientes (Anónimo, 1973) sugieren la existencia de diferentes grupos genéticos y morfológicos en el Pacífico oriental.

El segundo problema incluido en los estudios de la pesca palangrera de aleta amarilla, es el de la evaluación de la eficacia de las artes de pesca palangreras contra las artes epipelágicas, ya que estos dos tipos de artes probablemente afectan de diferente manera la población.

Pez espada

En esta obra discutimos el ICPA correspondiente al pez espada que habita solo las áreas costeras (áreas 3, 6 y 9) debido a que la captura de pez espada no es significativa en las otras áreas. Probablemente ésta es la única especie que indica una tendencia ascendente en el ICPA durante los últimos años en la pesca palangrera del Pacífico oriental (Fig. 9d). El ICPA frente a Baja California (área 3) muestra una tendencia constante, progresiva de aproximadamente 1.5 en 1967 a 3.5 en 1970. Existe un patrón estacional regular en el que el ICPA es superior durante el segundo trimestre. Este índice fue inferior en el área 6 aunque es aparente una ligera tendencia ascendente. El ICPA en el área 9 aumentó rápidamente durante 1969, y el primer semestre de 1970.

Los cambios anuales en el ICPA, descritos anteriormente en los años 1967-1970, coinciden estrechamente con los resultados de Joseph *et al* (*en prensa*) quienes indicaron el ICPA en un área algo más grande que la de

nuestro estudio. Joseph *et al.* (*en prensa*) mencionaron que la tendencia total ascendente en el ICPA del pez espada, se debía probablemente al aumento en la eficacia como resultado de un aumento en el número de "caladas nocturnas", y una concentración mayor de esfuerzo en regiones más productivas de pez espada. Antes de poder realizar estudios más detallados y debido al aumento en la mezcla de los peces de carnada usados en los últimos años, será necesario analizar los datos en términos de la carnada empleada, como también el tiempo de las caladas.

Marlín rayado

El ICPA es el más alto y constante en las áreas 3 y 5 de las zonas septentrionales, pero existe una tendencia descendente en el área 6 (Fig. 9e). En las áreas 8 y 9 de la región ecuatorial del norte, el ICPA es relativamente bajo y constante. En la región ecuatorial del sur y en la región meridional el ICPA indica en total una ligera tendencia descendente, especialmente en la parte oriental (áreas 12 y 15).

Existen cambios estacionales evidentes en el ICPA en las áreas latitudinales más altas. En general parece que el ICPA es superior durante el verano del norte en las áreas 3, 5 y 6, y durante el verano del sur en las áreas 12, 14 y 15.

En contraste con los años de 1964-1966, descritos por Kume y Joseph (1969a), no hubo reducciones substanciales desde 1967 a 1970. Joseph *et al.* (*en prensa*) observaron además que el nivel anual del ICPA de marlín rayado desde 1965, ha sido en general casi constante en el Pacífico oriental.

El Pacífico oriental es probablemente la zona más importante de pesca del mundo, de marlín rayado, para las embarcaciones palangreras. Durante los últimos años la captura palangrera de esta especie ha tenido un promedio en el Pacífico oriental del 57% en toda la captura del Pacífico (Fig. 7b) y aproximadamente el 46% en la captura mundial (Anónimo, 1973b). Se debe conceder alta prioridad al estudio detallado de la relación que existe entre el marlín rayado del Pacífico oriental y el occidental.

Pez vela y pez aguja corta

La discusión de la abundancia aparente se limitará aquí al pez vela. Como se observó anteriormente, la mayoría del pez vela es capturado en las áreas costeras donde no aparece el pez aguja corta. Por lo consiguiente la Figura 9f, en la que se indica el ICPA de la región costanera (áreas 3, 5, 6 y 9) refleja solo la abundancia aparente del pez vela.

El ICPA alcanza su nivel más alto (5 a 6 peces por 100 anzuelos) en el área 6, donde la abundancia aparente es estacional, *e.d.*, generalmente más alta durante el invierno del norte. El área 9 tiene el ICPA siguiente más alto y el mismo patrón estacional que el del área 6. En el área 3, el ICPA

fue superior durante la primavera o el verano del norte. En el área 5 no hay evidencia de un cambio estacional claro debido a la abundancia muy baja de peces, excepto en 1967.

Parece que el ICPA en el área 6 se redujo ligeramente en los años de 1967-1970. En el área 9, el ICPA se redujo rápidamente de 1.5 durante 1967-1968, a 0.5 durante 1969-1970, cuando se realizó una gran cantidad de esfuerzo en esta área (Figs. 2 y 4). Durante el período del estudio el nivel del promedio anual del ICPA fue casi constante en el área 3.

Como parece que el pez vela se concentra más bien fuertemente en un área relativamente pequeña, esta especie puede afectarse más severamente por la concentración del esfuerzo que otras especies.

EFICACIA DE LA PESCA PALANGRERA

La eficacia del esfuerzo de pesca sobre una población tiene que ser diferente entre áreas determinadas de la pesca palangrera, ya que los peces y el esfuerzo no se encuentran distribuidos uniformemente en las zonas pesqueras. En otras palabras, en las áreas de mayor abundancia se pueden capturar más peces; así que el esfuerzo de pesca puede afectar la población más intensamente en tales regiones.

Si el índice de captura (C_i/X_i), en donde C_i y X_i indican la cantidad de peces capturados y los anzuelos usados respectivamente en el área i^{th} , refleja acertadamente la densidad de los peces en una región determinada, entonces el ICPA multiplicado por un área determinada de la región ($C_i A_i/X_i$), donde A_i representa un índice de la extensión geográfica del área i^{th} , excluyendo el terreno, sería un índice de la abundancia de peces

en ese tiempo. Por lo consiguiente $\sum_{i=1}^n (C_i A_i/X_i)$ es la abundancia total

de peces y $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (C_i A_i/X_i)$, es un índice del promedio de la cantidad de

peces por área individual, en la que N es el número de áreas individuales

pescadas. Si $C_i A_i/X_i \left/ \frac{1}{N} \sum (C_i A_i/X_i) \right.$ es un índice válido de la abun-

dancia relativa (r_i) de los peces en ese tiempo, las áreas donde r_i es superior a 1 serán en promedio más productivas (Shiohama, 1971). Por lo consiguiente una comparación de r_i y el esfuerzo de pesca puede indicar con cuánto éxito las artes palangreras concentran su esfuerzo en los peces.

La Figura 11a-f presenta en la región al sur de los 30°N y al norte de

*Una unidad equivale a un área de 5° x 5° a lo largo del ecuador (Honma *et al.*, 1971).

los 35°S la distribución del esfuerzo de pesca con relación a la magnitud de r_i , por año y área de 5°. El esfuerzo de pesca en cada área de 5° se expresa como porcentaje del esfuerzo total durante los años de 1967 a 1970. Los círculos negros y blancos en las figuras indican respectivamente $r_i \geq 1$ y $r_i \leq 1$, y la cantidad de esfuerzo se presenta por el tamaño del círculo que es el mismo que los de la Figura 4.

Albacora

Según la Figura 11a, es evidente que los palangreros no concentraron su esfuerzo en esta especie durante los años de 1967-1970. Probablemente su esfuerzo de pesca en el Pacífico oriental no afectó significativamente la población de albacora.

Patudo

La flota pudo concentrar su esfuerzo eficazmente en el patudo en la zona ecuatorial en cada uno de los 4 años (Fig. 11b). El esfuerzo pesquero para el patudo fue especialmente intenso en 1969. Además las regiones de pesca recientemente explotadas al sur de los 10°S y al este de los 90°W fueron bastante productivas en patudo. Parece que las embarcaciones palangreras no pueden pescar efectivamente albacora y patudo en las mismas áreas del Pacífico oriental.

Atún aleta amarilla

Con excepción del área adyacente al Ecuador, la distribución de las áreas productivas de aleta amarilla (Fig. 11c), fue similar a las de patudo durante 1967-1970. Esto indica que generalmente las embarcaciones palangreras pueden pescar efectivamente estas dos especies al mismo tiempo. Sin embargo, se observa que las artes palangreras no pudieron concentrarse en las áreas entre los 5° y 10°N donde se observó un alto ICPA de atún aleta amarilla (Fig. 8c 1-4).

Pez espada

El pez espada se encuentra por lo general abundantemente en las áreas frente a Baja California y la parte central de México y frente al Ecuador (Kume y Joseph, 1969a, y Joseph *et al.*, *en prensa*). El hecho de que se obtuviera la captura más grande durante 1969, se debe probablemente a la concentración intensa del esfuerzo de pesca en las áreas frente al Ecuador (Fig. 11d).

Marlín rayado

Las áreas de gran abundancia de marlín rayado, se encuentran en las aguas costeras a lo largo de la parte meridional de Baja California hasta el sur de México, frente al Ecuador y al norte del Perú, y en la región entre

los 5°-10°S y los 95°-105°W. La captura más grande lograda de esta especie durante el período de cuatro años, fue en 1968 (Fig. 11e) que correspondió al fuerte esfuerzo realizado en las regiones de pesca frente a México.

Pez vela y pez aguja corta

Las áreas más abundantes de pez vela y pez aguja corta, se encuentran localizadas en las aguas costeras desde México hasta el Ecuador. Durante 1968, el esfuerzo de pesca se concentró fuertemente en estas áreas (Fig. 11f) así que la captura resultante fue la más grande del período de 4 años.

La Figura 12 indica por área y año, una comparación entre toda la cantidad de anzuelos usados y el esfuerzo efectivo (en número de anzuelos) de atún aleta amarilla y patudo durante 1967-1970. El esfuerzo efectivo se estimó de acuerdo al método de Shiohama (1971), *e.d.*, el esfuerzo efectivo equivale al esfuerzo total ajustado por la razón de la abundancia relativa de los peces en un área determinada, con relación al promedio de la abundancia de toda la región.

El esfuerzo efectivo sobre el patudo siempre fue superior al número empleado de anzuelos en las áreas al sur de los 10°N, especialmente en las áreas 7 a la 11. En las nuevas regiones pesqueras (áreas 15 y 18), la efectividad del esfuerzo fue relativamente superior en 1968 y 1969, que en los otros dos años. La razón anual del esfuerzo total efectivo con relación al número de anzuelos empleados para el patudo aumentó fuertemente de por ahí 1.0 durante 1967-1968, a 1.35 durante 1969-1970. Esto indica que el aumento en el ICPA del patudo en 1969, comparado con el aumento del esfuerzo, fue inferior a lo esperado de acuerdo a la relación entre la captura y el número empleado de anzuelos; *e.d.* la productividad de la población fue inferior a la indicada en la Figura 10.

El esfuerzo efectivo correspondiente al aleta amarilla es también, por lo general, superior al número empleado de anzuelos en las áreas ecuatoriales. La captura en el área 9 fue casi igual en 1968 y 1969 (Fig. 6); la primera se debió al alto esfuerzo efectivo, mientras que la última se debió de por sí a la gran cantidad de esfuerzo. La razón anual del esfuerzo efectivo con relación al número empleado de anzuelos, ha disminuido gradualmente (para el aleta amarilla) de 1.10 durante 1967, a 0.99 en 1970.

MADUREZ SEXUAL

Los índices gonosomáticos fueron sumariados en estratos de cuadrados de 5° y trimestres, agrupándose en tres categorías.

Albacora

La relación entre el peso de las gónadas y la talla del cuerpo para el macho o la hembra albacora se indica en la Figura 13. Las muestras

fueron obtenidas en las áreas al sur de los 5°S de agosto a diciembre, desde 1967 a 1970.

Otsu y Hansen (1962) y Ueyanagi (1969), indicaron que el albacora del Pacífico central del sur, de más de 85-90 cm de longitud era probablemente adulto y que desova durante el verano del sur entre los 10° y 20°S. Mencionaron además que las gónadas maduras de ambos sexos pesan más de 150 g. Basados en este estudio parece que el albacora del Pacífico sudeste no ha alcanzado su madurez sexual. No se tienen suficientes muestras para determinar si existen variaciones estacionales de la madurez sexual.

Patudo

La composición mensual del índice gonosomático de la hembra del patudo en todos los años, en las áreas combinadas de la 7 a la 12, se presenta en la Figura 14. Basados en los estudios de Kikawa (1966) y de Kume y Joseph (1969a) suponemos que todos los patudos con un índice gonosomático de 3.1 o mayor están a punto de desovar. Según la figura, parece que la reproducción del patudo ocurre durante todo el año en las aguas ecuatoriales del Pacífico oriental. Aunque no existe un patrón evidente de un cambio estacional en la composición del índice gonosomático, parece que actividad del desove es algo superior durante el primer semestre del año.

La distribución del índice gonosomático de la hembra del patudo se indica en la Figura 15 por áreas de 5° y trimestres para los años combinados de 1967-1970. Las isotermas de 24°C (de Wyrski, 1964) en la figura corresponden al mes en el que se obtuvo la muestra más grande. Ueyanagi (1969) indicó que la mayoría de las larvas atuneras no aparecen en aguas de menos de 24°C y conjeturó que éste es probablemente el límite inferior en la temperatura del agua para el desove. Si esta suposición es correcta, las zonas de desove del patudo deben ser más amplias durante la primera mitad del año cuando se esparcen las aguas cálidas sobre una extensa región del Pacífico oriental (Wyrski, 1964). Podría esperarse también, que durante el último semestre del año el desove sea mínimo en las aguas del hemisferio meridional, las que en su mayoría son frías en esta época. Nuestros datos parecen coincidir razonablemente bien con estas suposiciones. Los patudos capturados al sur de los 20°S pueden ser juveniles o adultos alimentándose. Aunque no se dispone de muchos datos para las áreas al norte de los 20°N, no es probable que se reproduzcan en esta área. Los datos de Kume y Joseph (1969a) sobre el desove del patudo en esta área están de acuerdo con los de este estudio.

Atún aleta amarilla

En la Figura 16 se presenta la composición mensual de los índices gonosomáticos de las hembras aleta amarilla, de la misma manera que para

el patudo. Basados en los estudios de Kikawa (1966), Orange (1961) y Kume y Joseph (1969a), suponemos que las hembras aleta amarilla con un índice gonosomático de 2.0 o mayor están casi listas para desovar.

Parece que el aleta amarilla desova en las aguas ecuatoriales durante todo el año, aunque la actividad de reproducción parece ser mayor en el primer semestre del año.

La distribución trimestral de los índices gonosomáticos (Fig. 17) es muy similar a la del patudo, *e.d.* el desove de aleta amarilla parece ocurrir en una extensa faja desde los 10°N hasta los 10°S durante los dos primeros trimestres, mientras que durante los dos últimos trimestres ocurre principalmente en el área entre los 0° y 10°N. La isoterma superficial de 24°C, parece ser un indicador bastante bueno de los límites norte y sur del área de desove.

Orange (1961) y Klawe (1963), indicaron que existen diferencias estacionales y zonales en la actividad de desove del aleta amarilla en la región costera desde la parte central de México hasta la línea ecuatorial. Sin embargo, los datos que se usan aquí, no son adecuados para analizar el desove en las áreas costeras.

La relación entre los índices gonosomáticos y la longitud del cuerpo de machos y hembras aleta amarilla en el área entre los 15°N y los 15°S, en los años combinados de 1967 a 1970, se indica en la Figura 18. Esta figura se basa en muestras de unos 2,200 machos y unas 2,500 hembras. Las barras en la figura representan el porcentaje de la muestra total en esa categoría. Orange (1961) indicó que la longitud mínima del cuerpo en el primer desove era de unos 50 cm para el aleta amarilla en el Pacífico oriental. En nuestras muestras, la talla mínima de los índices gonosomáticos de 2.0 o mayores es entre 91 y 100 cm (longitud corporal) para ambos sexos. La diferencia entre nuestros datos y los de Orange (1961) puede que se deba a la selectividad de talla de las artes palangreras. Se encuentran muy pocas hembras en el grupo de talla de 151-160 cm con índices gonosomáticos mayores de 2.0, y ninguna en los grupos de mayor talla, mientras que los machos reproductores forman un componente importante en el grupo de talla de 151-160 cm.

Pez espada

Basados en el estudio de Kume y Joseph (1969b) suponemos que todas las hembras con un índice gonosomático de 3.0 o mayor están casi listas para desovar.

Los peces con ovarios maduros aparecen en áreas de alta mar al oeste de los 95°W, especialmente en aguas tropicales, durante todo el año (Fig. 19). Este patrón de distribución fue también observado por Kume y Joseph (1969b). Desafortunadamente no disponemos de datos sobre el

tamaño de las gónadas de los peces espada de las grandes áreas de pesca comercial frente a Baja California y México. Sin embargo, la distribución de peces espada con altos índices gonosomáticos indicados en la Figura 19, puede indicar que la reproducción se limita a aguas que se encuentran mar afuera.

Marlín rayado

Se considera que las hembras de marlín rayado con índices gonosomáticos de 3.0 o mayores están casi listas para desovar (Shiohama, 1969; Kume y Joseph, 1969b).

Los únicos peces con ovarios maduros, aparecieron en las altas áreas latitudinales al sur de los 25°S durante el verano meridional (Fig. 20). Los datos de Kume y Joseph (1969b) confirman esto, pero encontraron también hembras maduras en el área limitada por los 5°-20°N y 105°-112°W en el período de 1964 a 1966. Desafortunadamente nuestros datos no abarcan esta última área. Sin embargo, parece según estos dos estudios que existen para el marlín rayado dos zonas de desove ampliamente separadas en el Pacífico oriental.

Marlín azul

Las únicas hembras de marlín azul con índices gonosomáticos en exceso de 3.0 fueron capturadas entre los 25° y 30°S (Fig. 21). De acuerdo a Shiohama (1969) y Kume y Joseph (1969b), la parte sudoeste del Pacífico sur es el área en la que ocurre el desove más intensivo, coincidiendo con la intensidad pesquera en esta área. Los datos de 1967-1970, son diferentes a los de 1964-1966, en que los primeros no indican actividad reproductora en la zona ecuatorial, como lo indican estos últimos.

Marlín negro

Como sucedió en estudios anteriores de la pesca palangrera del Pacífico oriental, se dispuso de muy pocos datos de marlín negro para este informe. La Figura 22 presenta la relación entre la longitud del cuerpo y el peso de las gónadas de machos y hembras de esta especie, capturados en el área al este de los 130°W. La mayoría de estas muestras se obtuvieron durante el año, en la zona ecuatorial. Son muy raros en esta área los marlines negros con gónadas que pesen más de 1.0 kg, y todos los índices gonosomáticos están por debajo de 1.0. Aunque no se dispone de una información detallada sobre esta especie en el Pacífico oriental, Ueyanagi (1960) informó que la mayor parte de los marlines negros, en el Océano Pacífico occidental, de más de 230 cm de longitud, eran hembras. Además indicó que la longitud corporal al empezar la madurez era de 200 cm para las hembras y 140 cm para los machos, y las gónadas maduras en ambos sexos pesaron más de 1.0 kg. Si estos resultados se pueden aplicar a nuestros

datos, la mayoría de los marlines negros que fueron muestreados en el Pacífico oriental durante el período 1967-1970, estaban sexualmente maduros pero no estaban listos para desovar.

Pez vela

Las hembras de esta especie con índices gonosomáticos de más de 3.0 fueron capturadas lejos mar adentro entre los 5°-10°S en el primer trimestre, y en una área ecuatorial cerca al litoral durante el tercer trimestre (Fig. 23). Esta última área de desove es especialmente interesante debido a su proximidad a tierra. Se cree que todos los otros peces espada desovan más lejos mar adentro. Sin embargo, se necesita conocer mucho más sobre el desove del pez vela y se necesita planear cuidadosamente un muestreo sistemático si se quieren obtener las respuestas adecuadas.

Pez aguja corta

Se encontraron peces con índices gonosomáticos de más de 0.3 en el área oceánica al este de los 100°W en el hemisferio meridional (Fig. 24). La distribución de los índices gonosomáticos indica que esta especie desova en el Pacífico oriental durante todo el año, ya que frecuentemente aparecen peces con ovarios bien desarrollados aunque el muestreo se realizó solo esporádicamente.

COMPOSICION DE TALLA

Los datos de la composición de talla que se discuten en este informe pertenecen al período de 1967-1970, y coinciden durante los tres primeros trimestres de 1967, con la serie analizada por Kume y Joseph (1969a). En este informe comparamos datos de palangreros comerciales con los de las embarcaciones palangreras experimentales.

Albacora

La distribución frecuencia-talla del albacora, por área y año, se presenta en la Figura 25. El albacora capturado con palangre fluctúa de 55 a 110 cm en longitud. Sin embargo, el grupo dominante de talla se diferencia claramente de un área a otra. En la región sudoeste (áreas 10, 13 y 16) la moda dominante ocurre generalmente entre los 92 y 96 cm, mientras que en las áreas 15 y 18 de la región sudeste la moda dominante es entre 75 y 80 cm. En el área 12 el grupo modal principal es de unos 85 cm, lo que lo sitúa en el intermedio de las dos modas descritas anteriormente. La composición frecuencia-talla en el área 17 es bastante variable.

Si se considera el albacora de menos de 90 cm como juvenil (Otsu y Hansen, 1962; Ueyanagi, 1969) la mayoría del albacora en la región sudeste sería sexualmente inmaduro, mientras una gran parte del albacora en la región sudoeste sería adulta.

Patudo

La distribución trimestral frecuencia-talla del patudo, por intervalos de 2 cm, expresada como el número total capturado de peces, en todos los años y áreas combinadas, se presenta en la Figura 26. Estos datos se basan en muestras de embarcaciones pesqueras experimentales (Tabla 2). En general la captura palangrera de esta especie está compuesta por tres o cuatro grupos modales principales. Hemos continuado el análisis de Kume y Joseph (1969a) agrupando la captura de patudo en tres categorías: los peces grandes (más de 150 cm de longitud), peces de talla mediana (120 a 150 cm) y peces pequeños (menos de 120 cm). El primer grupo modal, reclutado en la pesca palangrera en cantidades substanciales, parece fluctuar entre los 90 y 120 cm, y aparecen generalmente en la pesca durante el invierno del norte. Kume y Joseph (1966 y 1969a), indicaron que las generaciones de un mismo año y sus progresiones trimestrales eran perceptibles en patudos de talla pequeña y mediana y que el crecimiento anual de peces de 100 y 120 cm de longitud es de unos 25 cm y 20 cm respectivamente. Si estos índices anuales de crecimiento se pueden aplicar a nuestros datos, parece que algunas generaciones de un mismo año, reclutadas en la pesca, permanecen en ella como componente principal de las capturas por lo menos 2 o 3 años. Por ejemplo, la generación más fuerte de un mismo año de peces pequeños entre 110 y 120 cm que apareció durante los dos últimos trimestres de 1968, posiblemente apareció de nuevo durante los mismos trimestres en 1969, como peces de talla mediana con una moda de unos 140 cm y nuevamente durante los mismos trimestres de 1970, como peces grandes (*e.d.* de más de 150 cm).

La captura récord de 1969, se debió probablemente tanto al resultado de la fuerza de la generación de un mismo año que entró en 1968, como a la efectividad del alto esfuerzo. Si la progresión durante el año de las generaciones de un mismo año, es un suceso regular en el Pacífico oriental, servirá como factor importante en pronosticar las capturas de esta especie.

Un examen de los cambios en el promedio del peso del cuerpo de los peces capturados con palangre, puede servir para descubrir cambios en toda la población. Como el peso promedio se estima comunmente con respecto a la estimación de la cantidad relativa de peces en cada clase de talla, una reducción del promedio estimado del peso de los peces tiene que ser causada por una reducción en los peces grandes o un aumento de los peces pequeños, y viceversa. La media trimestral del peso del cuerpo en kg. del patudo en las capturas, tanto de las embarcaciones palangreras comerciales y experimentales se presenta en la Figura 27 para el período de 1967-1970. El promedio anual del peso del cuerpo fue inferior durante 1968, y luego aumentó hasta 1970 (Tabla 3). A juzgar por la composición de talla en la Figura 26, esta tendencia se debe probablemente a la fuerte generación de un mismo año que entró en la pesca en 1968. La media del peso del cuerpo calculada de las muestras obtenidas por embarcaciones pesqueras,

experimentales y comerciales durante 1969 y 1970, es muy diferente la una de la otra, debido probablemente al resultado de las diferentes estrategias de pesca de los dos tipos de embarcaciones. Se cree que los barcos comerciales tienden a concentrarse en las regiones más productivas de pesca. Además los cambios trimestrales en la media del peso del cuerpo son considerablemente mayores que los cambios anuales.

Con el fin de examinar el origen de las diferencias en la media del peso del cuerpo, entre los barcos de pesca comerciales y experimentales, preparamos la Figura 28, en la que se indica la composición anual del peso del cuerpo en cada tipo de embarcación. Los datos de los barcos comerciales fueron obtenidos en los mercados de peces donde los comerciantes pesaban los peces, mientras que los datos del peso de los peces provenientes de embarcaciones experimentales de pesca, fueron calculados según la relación peso-talla (obra publicada por Kume y Shiohama (1964)). La composición del peso anual de ambos tipos de muestras en la Figura 28, está basada en los mismos meses y áreas (enumerados a mano derecha en la parte superior de la figura) y expresada como la cantidad de peces ponderados por la captura total de las áreas muestreadas. La posición de los grupos modales es casi igual en los dos tipos de datos en 1967 y 1968, aunque la importancia relativa de los grupos modales en términos de las cantidades de peces es diferente en los dos tipos de datos. La posición de los grupos modales en los dos tipos de datos en 1969, es bastante diferente. La situación en 1970, no es muy clara (debido, en parte, tal vez, al tamaño pequeño de la muestra y al hecho de que las muestras se obtuvieron solo en un mes del año) pero la distribución frecuencia-peso no es notablemente diferente entre los dos tipos de datos. Por lo consiguiente, parece que podamos obtener una idea bastante buena de la composición de talla del patudo en la pesca palangrera del Pacífico oriental, siempre que la estimación se encuentre basada en una cantidad suficiente de estratos zonales y de tiempo.

Una comparación de nuestros datos con los de Kume y Joseph (1969a) indica que la media del peso del cuerpo de patudos capturados con las artes palangreras en 1967-1970, fue inferior a la de 1964-1966; es decir 55-60 kg y 60-62 kg, respectivamente. En vista de que no existe indicación de un reclutamiento inusualmente grande en la pesca en este período, excepto en 1968, y que el esfuerzo efectivo fue superior en 1969 y 1970, al de 1967 y 1968, parece que la reducción del peso promedio mencionada anteriormente se debe a una reducción en el número de peces grandes.

Aleta amarilla

En la Figura 29 se indica la composición trimestral frecuencia-talla por intervalos de 2 cm, del atún aleta amarilla en todas las áreas combinadas, 1967-1970. Al final de la figura indicamos la composición calculada de la edad según la ecuación de crecimiento ($L_t = 190 (1 - e^{-0.33t})$),

donde la longitud del cuerpo (l) se expresa en centímetros y el tiempo (t) en años) del aleta amarilla en la pesca palangrera del Pacífico, presentada por Honma *et al.* (1971).

Aunque el aleta amarilla en la captura palangrera fluctúa de 40 a 175 cm de longitud, la mayoría se encuentra entre los 120 y 160 cm. El reclutamiento más substancial de pesca ocurre a una talla entre los 90 a 120 cm (2 años de edad). Suda y Schaefer (1956b), Kume y Schaefer (1966) y Kume y Joseph (1969a) indicaron que la progresión de los grupos modales de aleta amarilla en la captura palangrera, corresponde estrechamente al índice de crecimiento del aleta amarilla en la pesca epipelágica.

Los grupos modales correspondientes a generaciones de un mismo año y su progresión a través de la pesca puede también percibirse hasta cierto grado en nuestros datos de los años 1967-1970. El primer reclutamiento substancial ocurrió durante los dos últimos trimestres de 1967, cuando la captura de aleta amarilla entre 90 y 130 cm de longitud, aumentó rápidamente. Estos peces parecen tener 2 años de edad y algunos principiando su tercer año. Durante el segundo trimestre de 1968, una gran parte de la captura estaba formada por grupos modales entre 110 y 140 cm, es decir, peces a fines de los 2 años de edad, y de 3 años, que parecen ser de las mismas generaciones de un mismo año que entraron en la pesca en los dos últimos trimestres de 1967. Estas generaciones de un mismo año continuaron contribuyendo fuertemente a la captura palangrera del Pacífico oriental hasta el cuarto trimestre de 1969. La progresión de estos dos grupos de peces entre 90 y 120 cm, reclutados durante los dos últimos trimestres de 1968, no está clara. Durante el tercer trimestre de 1969, apareció una nueva moda de unos 125 cm que llegó a ser un componente importante en la captura de las siguientes temporadas. Durante los dos últimos trimestres de 1970, se reclutaron en la pesca relativamente grandes cantidades de aleta amarilla entre 90 y 125 cm.

La distribución anual frecuencia-talla de todas las áreas combinadas se presenta en la Figura 30. Previos investigadores han indicado que la pesca palangrera de aleta amarilla en el Océano Pacífico oriental, se basa principalmente en dos grupos de edad; esta situación se refleja en nuestros datos de 1967 a 1970, en los que predominaron peces de 3 y 4 años de edad (Fig. 30). Parece que el reclutamiento en la pesca palangrera de 1969, fue especialmente bajo.

Kume y Joseph (1969a) mencionaron que la media del peso del cuerpo de atunes aleta amarilla capturados por las artes palangreras aumentó durante 1965 y 1966, después de una fuerte reducción en 1962 hasta 1964. La media del peso del cuerpo del aleta amarilla durante 1967 a 1970, fue inferior si se compara con la del periodo de 1964-1966, pero la mayor parte de esta diferencia se debe probablemente al hecho de que usamos una ecuación peso-talla diferente a la empleada por Kume y Joseph.

El promedio del peso del cuerpo de los atunes aleta amarilla capturados por la pesca palangrera se relaciona, claro está, a la pesca epipelágica de esta especie, ya que ésta última explota los componentes más pequeños de la población de aleta amarilla (Suda y Schaefer, 1965b; Kume y Joseph, 1969a). En la Tabla 4 indicamos las estimaciones de las capturas anuales, expresadas por intervalos de 10 cm en cantidades de aleta amarilla, de la pesca epipelágica y palangrera del Pacífico oriental durante 1964-1970. La cantidad de peces capturados en la pesca epipelágica durante 1964, 1965 y 1966, se volvió a estimar usando un factor de corrección ligeramente diferente al empleado por Kume y Joseph (1969a).

Según los datos de la Tabla 4 es evidente que las capturas anuales de aleta amarilla obtenidas por la pesca epipelágica continúan siendo muy superiores a las de los palangreros, y que la captura de la flota epipelágica está compuesta principalmente de aleta amarilla de menos de 100 cm de longitud, mientras que la de los palangreros está compuesta generalmente por aleta amarilla de más de 100 cm de longitud. Hasta 1968, la captura palangrera de aleta amarilla de más de 129 cm de longitud fue superior a la de la flota epipelágica, pero en 1969 y 1970 se invirtió esta situación. Este cambio, sin duda alguna, se relaciona a la reciente expansión de la pesca epipelágica en el ARCAA y de allí al oeste (Anónimo, 1973b), como también a las cuotas inusualmente grandes de la sobrepesca experimental que fueron permitidas en estos 2 años bajo el plan de la Comisión del Atún.

Como es evidente que el reclutamiento de aleta amarilla en la pesca palangrera del Pacífico oriental depende principalmente en la captura y el esfuerzo de la pesca epipelágica, los estudios de la población de aleta amarilla en esta área deben basarse en ambas pescas.

Pez espada

Se midieron aproximadamente 880 peces capturados en el Pacífico oriental al este de los 130°W, de 1967 a 1970. Las frecuencias-tallas a intervalos de 5 cm, trimestrales y anuales, se presentan en la Figura 31 a-b para todas las áreas combinadas.

La longitud corporal de los peces espada capturados durante 1967-1970, fluctúa entre 75 y 270 cm, casi igual a la indicada por Shiohama (1969) y Kume y Joseph (1969b), aunque el límite inferior es ligeramente superior (Fig. 31a). Las clases más abundantes de talla se encuentran entre los 125 y 175 cm de longitud. El reclutamiento de los peces en la pesca palangrera parece que fue frecuente durante los dos primeros trimestres del año. La proporción de peces de menos de 125 cm y más de 175 cm con relación a la captura total varía de un año a otro (Fig. 31b). No se observaron cambios notables en la longitud media de los peces de 1967 a 1970.

Kume y Joseph (1969b) mencionaron que los peces espada entre 62

y 165 cm crecen en promedio unos 38 cm por año. No se reconoce una progresión de modas frecuencia-talla en los datos trimestrales y anuales (Fig. 31a-b).

Marlín rayado

En general, el marlín rayado se pesca abundantemente en el área frente a México central. Shiohama (1961) y Kume y Joseph (1969b), basados en los cambios zonales de la composición de talla, indicaron que la media de la longitud corporal de esta especie aumenta con dirección al sur. Nuestros datos consisten de unas 5,000 mediciones de marlines rayados, capturados por barcos palangreros en el Pacífico oriental de 1967 a 1970. La mayoría de las muestras frecuencia-talla fueron obtenidas en el área entre los 10°N y 10°S. En la Figura 32a, presentamos los datos trimestrales frecuencia-talla de todas las áreas combinadas desde 1967 a 1970. Una comparación de los datos frecuencia-talla del área del norte (norte de los 10°N) y del área del sur (sur de los 15°S) se indica en la Figura 32b.

En las áreas ecuatoriales, la pesca palangrera de marlín rayado depende de las clases de talla entre los 150 y 200 cm. Los peces pequeños (menos de 150 cm) y los peces de más de 200 cm en longitud se capturan solo esporádicamente en esta área (Fig. 32a). Como se observó anteriormente, las áreas al norte de los 10°N producen una gran cantidad de marlín rayado que formó aproximadamente el 50% de la captura total en el Pacífico oriental durante 1967-1970. En esta área la moda de la clase dominante de talla aparece a 145-150 cm (Fig. 32b, recuadro A) mientras que en el área al sur de los 15°S el grupo modal de unos 175 cm es el componente principal de la captura (Fig. 32b, recuadro B).

No es evidente una tendencia clara en la progresión estacional de las modas en los datos trimestrales frecuencia-talla (Fig. 32a). Koto (1963) informó que el crecimiento anual de marlín rayado en el Pacífico noroeste es de 35 cm para el grupo de 120-160 cm, 27 cm para el grupo de 160-185 cm, 19 cm para el de 185-205 cm y 16 cm para el grupo de 205-220 cm. Si se pueden aplicar directamente estas estimaciones del crecimiento a los peces del Pacífico oriental, los dos grupos de edad formarán el componente principal de la captura palangrera en esta área (Fig. 32a-b).

La Figura 32c presenta la frecuencia-talla anual, del marlín rayado de todas las áreas combinadas, 1967 a 1970. El ápice del grupo modal dominante en la captura aparece comúnmente entre los 170 y 175 cm de longitud corporal. Una situación similar fue observada por Shiohama (1969) y Kume y Joseph (1969b).

En 1967 y 1970, los peces de menos de 150 cm fueron relativamente abundantes en la captura. Si se comparan los datos de la composición de talla antes de 1966, (Shiohama, 1969; Kume y Joseph, 1969b) puede verse

que el porcentaje de grandes peces (más de 200 cm) ha disminuido ligeramente.

Marlín azul

De 1967 a 1970, se midieron unos 1,200 marlines azules obtenidos en el Pacífico oriental al este de los 130°W. La longitud del cuerpo de estos peces varió de 90 a 335 cm, pero la clase dominante de talla fue entre los 150 y 250 cm (Fig. 33). Se conoce bien que la composición de talla de los machos y hembras de los marlines azules es bastante diferente; el número de hembras de más de 270 cm excede bastante al de los machos (Shiohama, 1969; Kume y Joseph 1969b). Aunque el marlín azul se captura esporádicamente a través de todo el Pacífico oriental, los únicos cambios significativos provinieron de una área muy limitada a lo largo de la línea latitudinal de 20°. Por lo consiguiente, la captura total anual de esta área es inferior comparada con la de otros océanos.

Parece que la pesca palangrera recluta substancialmente marlines azules cuando alcanzan unos 150 cm de longitud corporal (Fig. 33). La captura de los peces de más de 260 cm de longitud es esporádica durante el año. Se observa que el porcentaje de peces de más de 220 cm de longitud disminuyó durante 1970. Debido a la fuerte reducción en las capturas de esta especie en todo el Océano Pacífico (Fig. 7), se desearía examinar el efecto que el esfuerzo de pesca tiene sobre la población y la razón sexual.

Marlín negro

Solo se midieron 136 marlines negros durante el período de 1967 a 1970. La frecuencia-talla de estos peces se presenta en la Figura 34. La longitud del cuerpo de esta especie fluctúa de 130 a 320 cm. Las clases dominantes de talla aparecen entre los 150 y 200 cm de longitud corporal. Koto *et al.* (1959) y Ueyanagi (1960), han informado que las hembras de marlín negro son evidentemente dominantes entre los peces de más de 200-220 cm en longitud en el Océano Pacífico central, occidental.

Pez vela

El pez vela y el marlín rayado en el Pacífico oriental son especies muy importantes para la pesca deportista como también para la pesca palangrera (Kume y Joseph, 1969b; Joseph *et al.*, *en prensa*). Los datos de la composición de talla, del Pacífico oriental examinados por Kume y Joseph (1969b) indicaron que la talla promedio de los peces vela, mar afuera, era superior a la de los que habitan cerca a la costa. Observamos lo mismo en nuestros datos de los años 1967 a 1970. En la Figura 35a indicamos los datos frecuencia-talla obtenidos en tres áreas (A, B, y C) en el Pacífico oriental. En el área A, al este de los 90°W y 0°-10°N, los peces entre 170 y 205 cm de longitud eran abundantes en la captura con una moda de unos 185-190 cm. En el área B, 90°-110°W y 5°S-15°N, el componente principal

de la captura fue entre 150 y 200 cm de longitud con modas de 180-185 cm y 155-160 cm. En el área C, 110°-130°W y 10°S-10°N, los grupos dominantes de talla aparecieron entre los 125 y 180 cm de longitud. La Figura 35b presenta la frecuencia trimestral de talla de los peces vela del Pacífico oriental. Parece que la pesca palangrera recluta substancialmente los peces vela durante el invierno del norte, cuando alcanzan entre los 130 y 170 cm de longitud. Se pueden discernir algunas progresiones estacionales de grupos modales, pero desafortunadamente faltan datos para algunos trimestres. Consecuentemente, presentamos en la Figura 35c la frecuencia trimestral de talla de todos los años combinados, con flechas dibujadas a ojo para representar las medias de longitud aproximadas de los grupos modales. Basados en esta figura se indica que el grupo modal a los 155-160 cm en el primer trimestre puede en promedio crecer unos 30-35 cm al año. Koto y Kodama (1962) informaron que el crecimiento anual del pez vela en el Pacífico occidental es de 35 cm para los peces entre 140-175 cm, 20 cm entre 175-195 cm y 15 cm entre 195-210 cm.

Pez aguja corta

El pez aguja corta no se captura en las áreas costeras del Océano Pacífico oriental (Kume y Joseph, 1969a; Joseph *et al.*, *en prensa*). En la Figura 36a se presenta la distribución frecuencia-talla de 420 peces de los que se tiene datos del período 1967-1970, en cuatro áreas diferentes. La mayoría de los peces capturados fluctuaron de 120 a 170 cm de longitud, pero los dominantes de talla fueron entre los 125 y 150 cm. Parece que el máximo modal del grupo dominante de talla disminuyó con dirección al sur.

La distribución trimestral frecuencia-talla de todos los años combinados se presenta en la Figura 36b. No hay tendencias perceptibles.

Kume y Joseph (1969b) informaron que el grupo modal, principal, apareció a unos 150 cm en el área limitada por los 90°-110°W y 10°-30°S. Este es un poco mayor al que encontramos. No está claro si esta diferencia se deba a un cambio en el comportamiento de los peces o al efecto de pesca en la población.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Anonymous. 1969. Annual report of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery—1967. [in Japanese and English]. Research Division, Fisheries Agency of Japan: 293 pp.
- . 1970. Annual report of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery—1968. [in Japanese and English]. Research Division, Fisheries Agency of Japan: 283 pp.

- _____. 1971. Annual report of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery—1969. [in Japanese and English]. Research Division, Fisheries Agency of Japan: 299 pp.
- _____. 1972a. Annual report of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery—1970. [in Japanese and English]. Research Division, Fisheries Agency of Japan: 326 pp.
- _____. 1972b. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm.: 129 pp.
- _____. 1973a. Annual report of the Inter-American Tropical Tuna Commission [in English and Spanish]. *Ibid.*: 166 pp.
- _____. 1973b. Annual report of effort and catch statistics by area on Japanese tuna longline fishery—1971. [in Japanese and English]. Research Division, Fisheries Agency of Japan: 319 pp.
- Barrett, I. and S. Kume. 1965. Observations on bigeye tuna caught in the surface fishery in the eastern Pacific Ocean, 1951-1964. Calif. Fish and Game, 51(4): 252-258.
- Calkins, T. P. and B. M. Chatwin. 1971. Geographical catch distribution of yellowfin and skipjack tuna in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970, and fleet and total catch statistics, 1962-1970 [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 15(3): 283-377.
- Cochran, W. G. 1964. Sampling techniques. Second edition. John Wiley and Sons, New York. 413 pp.
- Honma, M., T. Kamimura and S. Hayasi. 1971. Compilation of catch records for assessment of yellowfin tuna stocks in longline fishery in the Pacific Ocean, and application to data for the years of 1950 to 1964. Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., (4): 1-25.
- Howard, J. K. and S. Ueyanagi. 1965. Distribution and relative abundance of billfishes (Istiophoridae) of the Pacific Ocean. Inst. Mar. Sci. Univ. Miami, Studies in Tropical Oceanography, (2): 134 pp.
- Joseph, J., W. L. Klawe and C. J. Orange. *In press*. A review of the long-line fishery for billfishes in the eastern Pacific Ocean. Fish. Bull., U. S.
- Kikawa, S. 1966. The distribution of maturing bigeye and yellowfin and an evaluation of their spawning potential in different areas in the long-line grounds in the Pacific. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (23): 131-208.

- Klawe, W. L. 1963. 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.
- Koto, T. 1963. Some consideration on the growth of marlins, using size frequencies in commercial catches. III. Attempts to estimate the growth of striped marlin, *Tetrapturus audax* (Philippi) in western north Pacific Ocean. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep. (17): 63-85.
- Koto, T., I. Furukawa and K. Kodama. 1959. Studies on tuna longline fishery in the east China Sea—IV. Ecological studies on the so-called white marlin *Marlina marlina* (Jordan & Hill), Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep. (11): 108-129.
- Koto, T. and K. Kodama. 1962. Some considerations on the growth of marlins, using size-frequencies in commercial catches. I. Attempts to estimate the growth of sailfish. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep. (15): 97-107.
- Koto, T. 1966. Distribution of albacore in the tuna longline fishing grounds of the south Pacific Ocean. Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep., (23): 43-53.
- Kume, S. 1969. Ecological studies on bigeye tuna—V., A critical review on distribution, size composition and stock structure of bigeye tuna in the north Pacific Ocean (north of 16°N). Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., (1): 57-75.
- Kume, S. and J. Joseph. 1966. Size composition and sexual maturity of bigeye tuna, *Thunnus obesus* (Lowe), from the Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 11 (2): 47-99.
- _____. 1969a. The Japanese longline fishery for tunas and billfishes in the eastern Pacific Ocean east of 130°W, 1964-1966 [in English and Spanish]. *Ibid.*, 13 (2): 227-418.
- _____. 1969b. Size composition and sexual maturity of billfishes caught by the Japanese longline fishery in the eastern Pacific Ocean east of 130°W. Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., (2): 115-162.
- Kume, S. and M. B. Schaefer. 1966. Studies on the Japanese longline fishery for tuna and marlin in the eastern tropical Pacific Ocean during 1963 [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 11 (3): 103-170.

- Kume, S. and T. Shiohama. 1964. On the conversion between length and weight of bigeye tuna landings in the Pacific Ocean (preliminary report). *Far Seas Fish. Res. Lab.*, (2): 59-66.
- Lenarz, W. H. *In press*. Length-weight relation for five eastern tropical Atlantic scombrids. *Fish. Bull.*, U. S.
- 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): 459-526.
- Otsu, T. and R. J. Hansen. 1962. Sexual maturity and spawning of albacore in the central south Pacific Ocean. *U. S. Fish. Wildl. Serv., Fish Bull.*, 204 (62): 151-161.
- Nakamura, I., T. Iwai and K. Matsubara. 1968. A review of the sailfish, spearfish, marlin and swordfish of the world. *Misaki Marine Biolog. Inst., Kyoto Univ., Special Rep.* (4): 1-95.
- Shiohama, T. 1969. A note on the marlins caught by tuna longline fishery in the eastern Pacific Ocean east of 130°W. *Far Seas Fish. Res. Lab., Bull.*, (1): 5-34.
- . 1971. Studies on measuring changes in the characters of the fishing effort of tuna longline fishery—I, Concentrations of the fishing effort to particular areas and species in the Japanese Atlantic fishery. *Ibid.*, (5): 107-130.
- Suda, A., S. Kume and T. Shiohama. 1969. An indicative note on a role of permanent thermocline as a factor controlling the longline fishing ground for bigeye tuna. *Far Seas Fish Res. Lab., Bull.*, (1): 99-114.
- Suda, A. and M. B. Schaefer. 1965a. General review of the Japanese tuna longline fishery in the eastern tropical Pacific Ocean, 1956-1962 [in English and Spanish]. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 9 (6): 307-462.
- . 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.*, 10 (4): 267-331.
- Tomlinson, P. K. 1971. Some sampling problems in fishery work. *Biometrics* 27: 631-641.

Ueyanagi, S. 1960. On the larvae and the spawning areas of the shiro-kojiki, *Marlina marlina* (Jordan & Hill). Nankai Reg. Fish. Res. Lab., Rep. (12): 85-96.

_____. 1969. Observations on the distribution of tuna larvae in the Indo-Pacific Ocean with emphasis on the delineation of spawning areas of albacore, *Thunnus alalunga*. Far Seas Fish. Res. Lab., Bull., (2): 177-256.

Wyrski, K. 1964. The thermal structure of the eastern Pacific Ocean. Ergänzungsheft Reihe A (8°), Nr. 6 zur Deutschen Hydrographischen Zeitschrift: 1-84.

APPENDIX TABLE 1. Quarterly estimates of fishing effort and catch, in weight and numbers, by species, for the Japanese longline fishery east of 130°W, 1967-1970. The average body weight used to convert the numbers of each species into weights is shown at the bottom of the table, except for yellowfin and bigeye, which are shown in Table 3.

TABLA 1 DEL APENDICE. Estimaciones trimestrales del esfuerzo de pesca y la captura, en peso y cantidad, por especies, de la pesca palangrera al este de los 130°W, 1967-1970. Se emplea el peso promedio del cuerpo para convertir las cantidades de cada especie a términos de peso y se indica al final de la tabla, excluyendo al atún aleta amarilla y al patudo que se presentaron en la Tabla 3.

Year	Quarter	Hooks (in 1000's)	A.L.B.	B.E.	Y.F.	S.W.	S.M.	B.U.M.	B.K.M.	S.F. and S.S.
Año	Trimestre	Anzuelos (en 1,000)	Number of fish in thousands — Cantidad de peces en millares							
1967	1	9,806.3	30.8	82.9	38.4	3.4	21.8	5.7	0.8	117.1
	2	7,578.8	8.1	52.6	33.6	4.3	37.8	5.0	1.1	81.4
	3	13,382.8	28.3	86.3	60.3	5.6	107.4	6.2	1.3	64.8
	4	11,567.3	19.5	101.4	56.8	10.5	56.2	5.0	1.0	19.0
Total		42,335.2	86.7	323.2	189.1	23.8	223.2	21.9	4.2	282.3
1968	1	8,522.5	4.6	63.4	38.8	3.6	33.0	3.9	0.5	129.6
	2	9,976.6	7.0	47.7	94.5	5.5	47.2	6.5	1.1	107.1
	3	15,713.4	18.1	93.6	82.2	9.8	156.6	9.6	1.3	70.1
	4	16,223.1	21.7	124.5	103.1	19.5	101.0	8.3	0.9	90.2
Total		50,435.6	51.4	329.2	318.7	38.4	337.8	28.3	3.8	397.0
1969	1	13,243.7	2.6	114.8	90.8	8.0	33.6	7.3	0.8	95.1
	2	14,884.0	3.7	128.1	80.7	27.8	53.9	9.7	1.0	38.0
	3	21,758.3	38.7	234.5	79.8	39.6	66.0	8.4	1.4	33.0
	4	16,973.1	11.2	138.9	58.6	36.6	53.9	9.0	1.1	27.4
Total		66,859.1	56.2	616.3	309.9	112.0	207.4	34.4	4.3	193.5
1970	1	15,132.6	2.6	106.9	51.4	30.1	34.7	6.1	0.6	89.2
	2	9,219.9	1.4	52.0	28.8	15.4	25.3	5.0	0.5	63.9
	3	14,929.9	59.4	84.8	50.1	11.6	55.4	5.0	1.0	73.8
	4	12,849.1	35.5	69.3	42.3	10.4	59.1	4.4	0.6	34.9
Total		52,131.5	98.9	316.1	172.6	67.5	174.5	20.5	2.7	261.8

APPENDIX TABLE 1. (Continued)

TABLA 1 DEL APENDICE. (Continuación)

Year	Quarter	Hooks (in 1000's)	ALB.	BE.	YF.	SW.	SM.	BUM.	BKM.	SF. and SS.
Año	Trimestre	Anzuelos (en 1,000)	Weight of whole fish in metric tons — Peso entero de los peces en toneladas métricas							
1967	1		493.5	5,242.2	2,168.5	185.3	1,047.4	678.4	100.0	3,514.0
	2		129.3	3,527.3	1,377.0	237.9	1,815.3	604.7	137.5	2,441.6
	3		452.7	5,180.1	2,315.6	307.1	5,170.6	738.2	162.5	1,945.5
	4		312.1	5,822.3	2,096.0	576.6	2,840.8	597.8	125.0	569.0
	Total		1,387.6	19,771.9	7,957.1	1,306.9	10,874.1	2,619.1	525.0	8,470.1
1968	1		70.6	3,865.5	1,630.0	197.3	1,585.6	468.7	62.5	3,888.2
	2		112.0	2,806.8	3,889.1	302.0	2,263.8	778.8	137.5	3,213.8
	3		290.2	5,382.0	3,284.3	540.9	7,367.3	1,152.3	162.5	2,102.7
	4		347.4	8,017.7	4,259.5	1,062.2	4,845.6	998.0	112.5	2,705.2
	Total		820.2	20,072.0	13,062.9	2,102.4	16,062.3	3,397.8	475.0	11,909.9
1969	1		41.4	6,711.8	4,300.4	440.8	1,666.2	873.9	100.0	2,853.9
	2		59.8	7,544.9	3,991.7	1,527.5	2,586.9	1,168.3	125.0	1,140.4
	3		619.9	14,183.4	3,912.8	2,178.9	3,166.5	1,009.7	175.0	990.1
	4		179.1	8,563.0	2,750.4	2,013.0	2,585.9	1,085.7	137.5	796.4
	Total		900.2	37,003.1	14,955.3	6,160.2	10,005.5	4,137.6	537.5	5,780.8
1970	1		42.0	6,763.0	2,270.4	1,657.0	1,663.3	733.0	75.0	2,676.5
	2		22.7	3,237.7	1,198.1	846.7	1,215.7	596.4	62.5	1,917.6
	3		950.8	5,167.1	2,004.6	638.8	2,658.8	586.2	125.0	2,211.9
	4		568.2	4,092.3	1,599.0	569.5	2,838.4	523.3	75.0	955.0
	Total		1,583.7	19,260.1	7,072.1	3,712.0	8,376.2	2,438.9	337.5	7,761.0
Average body weight in kilograms			16.0	—	—	55.0	48.0	120.0	125.0	30.0
Promedio del peso del cuerpo en kilogramos										

APPENDIX TABLE 2. Number of hooks fished and fish caught, by species, area and quarter of the year in the longline fishing grounds of the eastern Pacific east of 130°W, 1967-1970. Dashes indicate a catch of 49 fish or less.

TABLA 2 DEL APENDICE. Cantidad de anzuelos usados en la pesca y peces capturados por especie, área y trimestres del año en las regiones pesqueras de las embarcaciones palangreras en el Pacífico oriental al este de los 130°W, 1967-1970. Las rayas indican una pesca de 49 o menos peces.

Year Año		Thousands of Hooks — Millares de Anzuelos																		
		Quarter 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1967	1		21		2	3	5	369	489	426	1,978	2,096	2,437	628	934	241	15	17	119	24
	2			162		32	196	1,020	1,324	929	930	1,116	795	766	190	4	16	85	10	5
	3	20	23	1,391	42	1,465	802	806	2,070	1,646	559	1,532	1,664	254	498	599	5			5
	4	113	94	1,576	33	107	73	1,086	995	2,602	853	1,351	494	1,081	670	215	171	54		
	Total	133	138	3,131	110	1,773	2,264	3,705	4,420	7,156	4,624	6,115	3,552	2,459	1,413	845	278	183	34	
1968	1		69	316	16	22	465	1,138	634	2,499	1,839	524	645	198	65	17	26	49		
	2	6		453		539	1,278	929	1,069	2,604	482	735	1,509	76	6	159	84	46		3
	3	9	74	2,464	86	2,381	1,505	1,393	2,221	1,447	395	1,479	1,062	117	77	875	3		126	
	4	10	61	2,367		1,823	778	531	745	4,559	383	832	1,202	411	410	1,477	42	167	425	554
	Total	25	204	5,600	102	4,765	4,026	3,991	4,669	11,109	3,099	3,570	4,418	802	558	2,528	155	262	554	
1969	1		10	365		19	832	157	758	3,050	3,301	2,843	1,136	54	123	389	6	144	58	
	2			500		812	356	1,213	1,563	4,605	1,853	1,098	1,827	76	2	570			408	
	3	3		1,902	2	1,562	150	1,761	1,426	6,480	1,220	1,313	1,902	81	15	1,919			2,012	
	4		42	839	2	324	20	1,382	1,356	6,309	2,071	1,975	429	933	244	497	31	67	453	
	Total	3	52	3,606	4	2,717	1,358	4,513	5,103	20,444	8,445	7,229	5,294	1,144	384	3,375	37	211	2,931	
1970	1	3	27	773		66	304	134	436	3,271	3,488	4,777	1,538	154	106	21	2	16	16	
	2			527		524	964	1,439	1,114	2,074	1,146	767	401	187	22	13			41	
	3		177	1,256	9	1,199	346	1,502	1,555	3,813	929	837	1,814	268	6	594	5	22	598	
	4	5	6	1,037	9	672	83	627	1,746	2,037	793	1,769	926	2,115	318	469	41	31	164	
	Total	8	210	3,593	18	2,461	1,697	3,702	4,851	11,195	6,356	8,150	4,679	2,724	452	1,097	48	69	819	

APPENDIX TABLE 2. (Continued)
 TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
Year	Quarter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año Trimestre																			
ALBACORE																			
1967	1		0	0	0	0	0	0	0	1	7	7	2	238	41	1	4	8	1
	2			0	0	—	0	0	0	—	3	19	3	10	1	—	44	1	0
	3	1	—	0	—	—	—	—	—	—	1	57	127	15	22	59	1	1	0
	4	1	0	0	—	0	—	—	—	0	—	11	93	146	26	20	11	1	0
Total		2	—	—	—	—	—	—	—	1	11	93	146	373	91	79	60	10	1
1968	1		—	0	—	0	0	—	—	0	1	—	—	33	5	0	5	2	—
	2	0	—	0	—	0	0	—	0	0	3	9	15	2	4	4	31	6	3
	3	—	—	0	—	—	0	0	—	0	2	31	54	4	4	82	2	2	33
	4	0	0	0	—	0	0	0	—	—	2	7	55	30	14	70	2	6	35
Total		—	—	—	—	—	—	—	—	—	7	46	125	68	23	156	40	13	—
1969	1		0	0	—	0	0	0	—	—	4	5	1	1	6	5	—	5	1
	2			0	—	0	0	—	—	—	9	6	14	3	—	5	—	—	61
	3	—	—	0	0	0	0	1	0	—	7	30	133	1	3	151	—	2	8
	4	—	0	0	0	0	0	0	0	—	4	19	23	18	17	20	1	2	70
Total		—	—	—	—	—	—	1	—	1	24	59	170	23	26	181	2	6	—
1970	1	0	—	0	—	0	0	0	0	—	7	10	1	0	8	—	—	1	0
	2			0	—	0	0	—	—	0	8	3	2	0	0	—	—	—	—
	3	0	0	0	0	0	0	—	—	—	7	61	302	1	—	93	1	7	121
	4	0	0	0	0	0	0	—	—	0	1	24	163	96	9	49	4	1	9
Total		—	—	—	—	—	—	—	—	—	24	97	467	96	16	142	6	9	131
BIGEYE																			
1967	1		4	0	—	0	0	48	41	80	273	282	25	59	9	1	1	5	1
	2			0	2	—	—	145	76	62	134	59	26	16	—	1	4	—	—
	3	3	4	—	—	1	1	87	219	174	56	122	124	27	21	32	—	—	—
	4	13	23	—	—	2	2	108	89	415	88	102	42	79	29	11	7	3	—
Total		16	31	—	4	3	3	388	426	731	551	564	216	181	59	45	11	8	1
1968	1		21	—	2	—	0	117	44	188	184	44	24	7	2	1	1	2	0
	2	0	—	—	—	—	0	80	87	120	45	50	80	5	—	5	1	2	—
	3	—	—	—	—	—	—	147	251	160	32	124	75	9	3	110	—	2	23
	4	1	4	3	—	1	1	59	40	536	43	72	120	28	15	238	1	5	78
Total		1	27	3	3	1	2	402	422	1,004	304	290	299	44	21	354	4	9	101

APPENDIX TABLE 2. (Continued)
 TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

Year Quarter		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año Trimestre		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
BIGEYE (Continued)																			
1969	1	1	0	—	—	0	—	15	46	231	441	312	63	3	3	23	—	7	3
	2	—	—	—	—	0	—	176	166	412	222	98	117	7	—	31	—	—	52
	3	—	—	—	—	—	0	212	157	976	130	110	192	7	—	239	—	—	321
	4	—	—	—	—	—	—	133	125	481	233	191	259	72	8	54	1	3	52
Total		—	10	—	—	—	—	536	495	2,100	1,026	711	631	88	12	347	1	11	428
1970	1	1	4	0	—	0	0	13	31	100	358	486	58	16	2	—	—	—	0
	2	—	—	—	—	—	—	140	77	111	109	54	16	10	0	—	—	—	2
	3	—	—	—	—	—	—	120	113	261	73	49	105	15	—	48	—	1	54
	4	—	—	—	—	1	0	36	138	101	64	107	58	119	17	37	1	1	12
Total		1	12	—	—	1	—	309	359	573	604	697	237	160	19	86	2	2	68
YELLOWFIN																			
1967	1	1	—	4	—	—	16	28	18	42	120	126	6	11	4	—	1	5	1
	2	—	—	15	1	4	38	85	53	48	35	34	32	2	0	—	—	—	0
	3	—	3	29	2	20	5	48	109	111	25	71	97	5	38	67	—	—	0
	4	—	4	49	4	26	3	65	52	96	83	91	26	46	49	11	7	2	1
Total		1	4	49	4	26	62	225	232	297	263	323	162	65	91	79	8	7	1
1968	1	4	4	24	1	1	6	77	44	77	124	20	2	3	1	1	1	3	0
	2	—	—	5	—	17	139	72	77	508	29	41	38	4	—	15	—	—	—
	3	—	1	28	2	40	36	91	179	119	35	122	63	8	5	91	—	—	1
	4	—	1	26	—	35	24	34	152	279	37	65	89	19	32	202	4	20	12
Total		—	5	82	4	93	205	273	451	983	225	248	193	33	38	307	6	24	13
1969	1	—	—	3	—	3	50	9	107	338	195	156	18	3	5	9	—	8	4
	2	—	—	2	—	27	3	83	138	324	102	49	39	4	—	28	—	—	8
	3	0	—	25	—	47	1	109	61	134	68	77	100	3	—	88	—	—	79
	4	—	—	21	—	8	1	71	59	163	98	80	17	33	10	21	1	2	2
Total		—	—	50	—	85	54	272	365	959	464	361	174	44	16	146	1	10	92
1970	1	0	—	8	—	1	2	22	32	56	141	201	40	6	3	—	—	1	—
	2	—	—	3	—	15	3	107	28	43	52	23	5	7	—	—	—	0	0
	3	—	41	58	—	42	35	35	27	82	26	84	39	13	—	20	—	0	1
	4	—	—	16	—	16	—	11	53	40	21	88	39	86	24	24	2	1	—
Total		—	42	85	1	74	40	175	140	221	252	338	168	111	27	45	2	2	1

APPENDIX TABLE 2. (Continued)
 TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

Year	Quarter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año Trimestre		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
SWORDFISH																			
1967	1	—	—	—	—	0	—	1	2	11	7	6	1	2	2	—	—	—	—
	2	—	0	2	—	1	5	6	11	6	3	2	7	—	0	—	—	—	—
	3	—	—	3	—	2	2	5	12	18	1	4	4	—	—	2	—	—	0
	4	—	—	48	—	—	—	6	8	20	3	6	2	5	4	1	1	—	0
Total		—	—	54	—	3	7	18	33	55	14	18	14	8	8	3	1	1	—
1968	1	—	—	4	—	—	1	5	4	12	5	2	1	1	1	—	0	—	—
	2	0	—	11	—	—	14	4	4	17	1	1	2	—	0	—	—	—	0
	3	—	—	37	—	2	4	16	17	12	1	3	3	—	—	2	—	—	—
	4	0	—	82	—	2	1	4	5	79	2	5	6	1	2	5	7	1	1
Total		—	—	133	—	4	20	30	30	120	8	11	11	2	3	7	—	1	2
1969	1	—	—	12	—	0	4	1	2	25	16	14	2	—	—	1	0	—	—
	2	—	—	22	—	7	4	5	8	221	3	2	3	—	—	1	—	—	1
	3	0	—	31	0	3	1	11	8	306	2	4	5	—	—	4	—	—	20
	4	—	—	22	—	1	—	10	12	284	8	13	3	6	2	2	—	1	3
Total		—	—	87	—	11	8	26	30	836	28	33	14	7	2	8	—	—	25
1970	1	0	—	39	—	—	4	1	2	212	15	21	4	1	1	—	—	—	—
	2	—	—	28	—	2	22	7	7	85	2	1	—	—	—	0	—	—	2
	3	—	—	21	—	4	2	12	9	51	2	4	6	—	—	2	—	—	1
	4	0	—	21	0	1	—	7	12	24	3	14	4	12	2	2	—	—	3
Total		—	—	109	—	7	28	27	29	372	22	41	16	13	3	4	—	—	3
STRIPED MARLIN																			
1967	1	—	—	41	—	—	19	7	6	88	14	23	50	1	5	—	—	3	1
	2	—	—	266	—	44	96	27	40	57	4	15	52	1	—	—	1	—	0
	3	—	—	242	6	267	102	27	123	111	19	54	53	4	23	18	0	—	0
	4	1	—	—	1	8	2	13	43	69	11	59	30	24	27	22	7	2	1
Total		1	1	551	7	319	218	74	211	325	48	152	185	30	56	41	8	4	1
1968	1	—	—	50	—	1	8	11	7	136	13	16	84	1	1	1	—	1	—
	2	—	—	56	—	82	103	11	24	66	2	9	108	1	—	9	—	—	—
	3	—	—	631	25	461	205	11	64	61	2	34	29	—	3	17	—	6	0
	4	—	—	297	—	315	16	5	14	253	2	10	38	11	21	20	1	1	1
Total		—	—	1,035	25	859	332	38	109	516	18	70	260	12	24	47	2	7	1

APPENDIX TABLE 2. (Continued)
 TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

Year	Quarter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año	Trimestre																		
STRIPED MARLIN (Continued)																			
		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
1969	1	—	—	45	—	1	25	2	11	110	19	20	78	—	2	19	—	2	1
	2	—	—	68	—	108	25	7	28	211	4	11	63	—	—	11	—	—	1
	3	0	—	245	0	226	7	13	22	106	4	12	19	—	—	4	—	—	1
	4	0	—	159	—	48	1	20	40	194	11	27	7	20	6	2	1	1	—
Total		0	—	517	—	384	58	42	101	622	39	70	167	21	9	36	1	3	3
1970	1	0	—	94	—	7	4	1	5	71	20	42	101	—	2	1	—	—	—
	2	—	—	39	—	65	31	11	39	36	4	10	17	0	1	—	—	—	0
	3	—	—	183	—	169	23	24	55	52	22	12	8	—	—	—	—	0	—
	4	—	—	199	—	113	—	12	44	103	26	39	12	35	5	1	1	1	—
Total		—	1	515	—	353	58	48	144	262	73	103	137	35	8	2	1	1	—
BLUE MARLIN																			
1967	1	—	—	—	—	—	2	3	12	5	14	12	2	12	3	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	10	9	19	8	6	2	3	1	—	—	—	—	0
	3	0	—	2	—	4	8	12	10	11	2	3	2	1	1	—	—	—	0
	4	—	—	3	—	—	—	37	38	34	26	20	8	18	5	1	1	—	—
Total		—	—	5	—	4	20	37	38	34	26	20	8	18	5	1	1	—	—
1968	1	—	—	—	—	—	3	5	4	12	6	3	2	4	1	—	—	—	—
	2	—	—	—	—	—	16	7	8	25	2	1	4	—	—	—	—	—	0
	3	0	—	2	—	7	26	18	23	12	1	3	1	—	—	1	—	—	0
	4	—	—	4	—	6	2	7	6	40	2	4	3	4	2	1	1	—	—
Total		—	—	6	—	14	47	37	41	89	11	11	10	8	3	2	1	1	—
1969	1	—	0	—	—	—	2	1	5	15	22	17	5	1	3	1	—	—	—
	2	—	—	1	—	5	2	10	17	31	15	7	7	1	—	1	—	—	—
	3	0	—	5	—	4	1	13	15	31	5	3	6	—	—	1	—	—	—
	4	—	0	3	—	1	—	16	12	38	8	5	—	5	—	1	—	—	—
Total		—	0	9	—	10	6	40	48	116	50	31	18	7	3	3	1	1	—
1970	1	0	0	—	—	—	1	1	1	7	23	19	5	1	3	—	—	—	0
	2	—	—	—	—	—	10	12	9	5	7	3	1	1	0	—	—	—	0
	3	0	—	2	—	2	3	15	7	13	2	1	2	—	0	—	—	0	—
	4	—	—	3	—	2	—	11	7	9	3	2	1	6	—	0	—	—	—
Total		—	—	5	—	4	14	39	24	34	35	26	9	8	3	—	—	—	—

APPENDIX TABLE 2. (Continued)

TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

Year Quarter		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año Trimestre																			
		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
BLACK MARLIN																			
1967	1	0	0	0	0	0	6	1	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	1	0	1	1	1	3	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	3	0	0	1	—	1	1	1	4	2	3	4	—	—	—	—	—	—	—
	4	0	0	2	—	1	7	2	8	9	1	4	2	1	—	—	—	0	—
Total		0	0	—	—	0	—	1	—	2	1	1	—	—	0	0	—	—	—
1968	1	0	0	—	—	—	1	1	—	2	1	1	1	—	—	—	—	—	—
	2	0	0	1	0	1	1	1	6	3	4	1	1	—	—	—	—	—	—
	3	0	0	—	—	1	1	1	—	2	—	1	1	—	—	—	—	—	—
	4	0	0	1	—	1	3	2	7	5	6	2	2	—	—	—	—	—	—
Total		0	0	—	—	0	—	—	—	12	6	2	2	—	—	—	—	—	—
1969	1	0	0	—	—	0	1	—	—	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—
	2	0	0	1	0	4	2	—	9	15	1	2	4	—	—	—	—	—	—
	3	0	0	1	0	1	—	1	1	7	1	1	2	—	—	—	—	—	—
	4	0	0	2	0	1	0	3	11	5	6	1	7	—	—	—	—	—	—
Total		0	0	—	—	5	3	3	—	28	6	6	—	—	—	—	—	—	—
1970	1	0	0	—	—	—	—	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—
	2	0	0	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
	3	0	0	1	0	—	—	1	1	5	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	0	0	1	—	—	—	1	1	2	3	1	—	—	—	—	—	—	—
Total		—	—	—	—	1	1	2	3	9	3	3	1	1	—	—	—	—	—
SAILFISH and SHORTBILL SPEARFISH																			
1967	1	0	0	—	—	—	293	2	13	829	13	8	1	7	5	—	—	1	—
	2	0	13	—	—	24	610	8	16	132	5	3	2	2	—	—	—	0	—
	3	0	86	—	—	83	389	7	20	44	4	7	3	19	5	1	0	0	0
	4	—	62	—	—	15	21	7	4	27	10	7	3	28	12	2	—	—	—
Total		—	161	—	1	121	1,313	23	53	1,032	32	25	9	9	22	2	1	1	—
1968	1	0	—	—	—	—	420	3	3	848	15	1	1	1	2	0	0	0	—
	2	0	1	—	—	3	531	2	4	520	2	5	2	1	0	—	—	—	—
	3	—	63	—	—	43	542	3	6	25	4	11	2	1	—	—	—	—	—
	4	—	139	—	—	43	595	2	7	61	3	7	4	7	8	18	1	3	4
Total		—	204	—	—	90	2,089	10	20	145	24	24	8	9	11	19	1	3	4

APPENDIX TABLE 2. (Continued)
 TABLA 2 DEL APENDICE. (Continuación)

Year Quarter		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Año Trimestre																			
		Hundreds of Fish — Cientos de Peces																	
SAILFISH AND SHORTBILL SPEARFISH		(Continued)																	
1969	1	0	3			13	551	2	14	347	12	9	5	—	2	5	—	—	0
	2		50			13	131	2	9	155	8	6	5	—	0	1	—	—	1
	3	0	137	0		20	39	4	5	110	6	6	2	—	—	—	—	—	1
	4	0	31	0		4	6	4	7	190	7	11	—	5	8	—	—	—	1
Total			221			37	727	12	35	801	33	31	11	6	11	7	—	1	1
1970	1	0	—	5		1	208	—	1	632	14	17	5	1	6	—	0	—	2
	2		5			3	592	2	5	25	4	2	—	1	—	0	—	—	0
	3	2	147	0		17	160	3	3	393	5	2	4	1	—	1	0	0	0
	4	0	85	—		6	34	8	5	159	3	11	1	30	5	—	—	—	—
Total		2	241	—		27	994	13	14	1,210	25	32	11	33	10	1	—	1	2

