

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

Bulletin — Boletín

Vol. VIII, No. 5

**AN EXAMINATION OF FLUCTUATIONS IN THE  
"CONCENTRATION INDEX" OF PURSE-SEINERS AND  
BAITBOATS IN THE FISHERY FOR TROPICAL TUNAS  
IN THE EASTERN PACIFIC, 1951-1961**

**UN EXAMEN DE LAS FLUCTUACIONES DEL "INDICE  
DE CONCENTRACION" DE LOS BARCOS REDEROS Y DE  
CARNADA EN LA PESQUERIA DE LOS ATUNES TROPICALES  
EN EL PACIFICO ORIENTAL, 1951-1961**

by — por  
**THOMAS P. CALKINS**

La Jolla, California

1963

## CONTENTS — INDICE

### ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	257
METHODS.....	258
Source and extent of data.....	258
Calculation of the indices.....	259
RESULTS AND DISCUSSION.....	260
Changes in the distribution and amount of seiner effort.....	260
Yellowfin.....	262
Quarterly variation in the indices of density and concentration.....	262
Relationship between the weighted and unweighted indices of density.....	265
Relationship of the number of exploited one-degree areas to the indices of density and concentration.....	265
Skipjack.....	266
Yellowfin and Skipjack Combined.....	267
Quarterly variation of the indices of density and concentration.....	267
Relationship between the weighted and unweighted indices of density.....	269
Relationship between the number of exploited one-degree areas and the indices of density and concentration.....	269
Relationship between the indices of density and concentration of yellowfin and skipjack.....	269
Comparison between the indices of density and concentration of baitboats and purse-seiners.....	270
FIGURES—FIGURAS.....	272
TABLES—TABLAS.....	284

### SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION.....	298
METODOS.....	299
Origen y extensión de los datos.....	299
Cálculo de los índices.....	300
RESULTADOS Y DISCUSION.....	302
Cambios en la distribución y en la cantidad del esfuerzo de los barcos rederos.....	302
Atún aleta amarilla.....	304
Variación trimestral en los índices de densidad y concentración.....	304
Relación entre los índices de densidad ponderado y no ponderado.....	307
Relación del número de áreas de un grado explotadas con los índices de densidad y concentración.....	308
Barrilete.....	308
Atún Aleta Amarilla y Barrilete Combinados.....	310
Variación trimestral de los índices de densidad y de concentración.....	310
Relación entre los índices de densidad ponderado y no ponderado.....	312
Relación entre el número de áreas explotadas de un grado y los índices de densidad y de concentración.....	312
Relación entre los índices de densidad y de concentración del atún aleta amarilla.....	312
Comparación entre los índices de densidad y de concentración de los clipers y los rederos.....	313
LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA CITADA.....	315

**AN EXAMINATION OF FLUCTUATIONS IN THE "CONCENTRATION INDEX" OF PURSE-SEINERS AND BAITBOATS IN THE FISHERY FOR TROPICAL TUNAS IN THE EASTERN PACIFIC, 1951-1961**

by

**Thomas P. Calkins**

**INTRODUCTION**

In the eastern Pacific Ocean nearly all of the commercial catches of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) are taken by two types of vessels, baitboats, which use pole and line in conjunction with live-bait, and purse-seiners. From its inception until very recently (1959), this fishery was dominated by baitboats. This method of fishing has been described by Godsil (1938) and Shimada and Schaefer (1956). From 1951 through 1958 baitboats caught between 66.4 and 90.8 per cent of the yellowfin and between 87.2 and 95.3 per cent of the skipjack landed by the California-based fleet. These vessels fished for tuna throughout the year and covered virtually all of the area from southern California to northern Chile. The purse-seine fishery for tunas developed out of the round-haul net fisheries for California sardines and other species. Scofield (1951) gives a detailed description of the development of gear and fishing methods. Prior to 1959 many of the seiners engaged in other fisheries during the fall and early winter months and consequently most of the fishing effort for tuna occurred in the period February-August. The vessels were quite small, averaging approximately 120 tons carrying capacity (Broadhead and Marshall, 1960), in comparison to the baitboats, of which the most numerous size-class was 201-300 tons. The seiners were naturally more restricted in range than the baitboats and most of their effort was restricted to the northern grounds.

During the period 1959-61 most of the large baitboats were converted for purse-seining and the existing seiner fleet was modernized. These developments increased the range of the seiner fleet and resulted in a wider and more nearly even spatial and temporal distribution of effort. By the early part of 1961, the purse-seine fleet approximated the level of the pre-conversion baitboat fleet in amount of effort applied and area covered. The changes in the purse-seine fishery and the fishing methods employed in the modernized fleet are described by Orange and Broadhead (1959), Broadhead and Marshall (1960), McNeely (1961) and Broadhead (1962).

The change in the relative importance of the two gears is illustrated by the decline in the proportion of the total logged tonnage landed by California-based baitboats, in comparison to the proportion landed by seiners. In 1959 baitboats landed 49.5 per cent of the yellowfin and 87.8 per cent of

the skipjack. In 1960 these percentages were 22.9 and 74.7 respectively and in 1961 the decline continued to 12.6 per cent of the yellowfin and 30.0 per cent of the skipjack (Schaefer, 1962).

In previous *Bulletins* of this Commission (Griffiths, 1960; Calkins, 1961) the baitboat catch and effort statistics were used to compute two indices of population density and an index of concentration of fishing effort and the fluctuations of these indices were analyzed in some detail. Due to the change in the relative importance of the two gears it is appropriate to extend this investigation to include the purse-seine data. The objectives of this paper are to compute two indices of population density and an index of concentration of fishing effort and to examine the fluctuations in these indices before and after the changes in the fishery. A further objective is to compare the purse-seine indices with those of the baitboats for the same time periods.

## METHODS

### Source and extent of data

The indices discussed in this paper were computed from catch and effort information obtained from logbooks maintained by the masters of commercial tuna vessels. The logbook system was initiated by the Commission in 1951 to obtain detailed and accurate catch and effort data for as large a share as possible of the tropical tuna landings from the Eastern Pacific. In 1951 logged tonnage collected by the Commission comprised 61.4 per cent of the total tonnage from the Eastern Pacific. Since then the per cent of coverage has varied from 74.2 to 82.2, the average for 1951-61 being 76.9 per cent. The logbook system has been described in detail by Schaefer (1953). The extent of logbook coverage for the individual years 1951-58 is given by Alverson (1960).

Catches are logged by species, in tons, with the date and location of capture. The logged tonnages have proven to be quite accurate (Shimada, 1958). At the completion of each trip the logbook records are copied by members of the Commission's staff. The catches are then assigned to statistical areas of dimensions of one degree of latitude by one degree of longitude. A map illustrating the statistical area system is presented in Figure 1. Each year catch and effort are summarized by vessel size-class for month and quarter of the year by one-degree and five-degree areas. The effort, in logged fishing days, is then standardized to the efficiency of a standard vessel size-class. For purse-seiners the standard is class 3 (101-200 tons fish carrying capacity). For baitboats the standard had been class 4 (201-300 tons). In 1961 there was insufficient effort by class 4 baitboats to provide a reliable standard for the individual gear so effort was standardized to the mean efficiency of class 4 baitboats for the 1956-1960 period. A detailed description of logbook data processing and standardization of effort is given by Shimada and Schaefer (1956) and Shimada

(1958). The efficiency factors used in standardizing fishing effort for the period 1951-60, for both types of gear, are given by Broadhead (1962).

### Calculation of the indices

After effort data have been standardized the following information is available for each type of gear:

(1) Catch, in tons, by species, for each one-degree and five-degree area by month and quarter.

(2) Effort, in standardized-day's-fishing, for each one-degree and five-degree area by month and quarter.

The time and area divisions used herein are quarter and one-degree area.

Two overall estimates of population density for each type of gear, can now be made for each quarter of the year. The first is simply the total catch divided by the total effort:

$$\frac{\sum_{i=1}^N y_i}{\sum_{i=1}^N e_i}$$

where  $y_i$  is the catch in the  $i^{th}$  one-degree area

$e_i$  is the standardized effort in the  $i^{th}$  one-degree area

$N$  is the number of exploited one-degree areas.

A second estimate of population density can be calculated by summing the catch-per-standardized-day's-fishing for all exploited one-degree areas and dividing by the total number of exploited one-degree areas:

$$\frac{\sum_{i=1}^N (y_i/e_i)/N}{1}$$

This second estimate is referred to by Griffiths (1960), using the terminology of Gulland (1956), as the *weighted index* of population density. The term *weighted* refers to equal weighting by area. The first estimate is referred to as the *unweighted index* of population density.

If effort is greater in one-degree areas where the c./s.d.f. is higher than average, the unweighted index will be greater than the weighted index. Thus, the ratio of the two indices of density,

$$\left[ \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{\sum_{i=1}^N e_i} \right] \bigg/ \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (y_i/e_i)/N}{1} \right]$$

yields a measure of the success of the fleet in concentrating on the higher densities of available tuna. If the ratio was at unity it would indicate that effort was being applied at random; a value greater than unity would indi-

cate that most of the effort was being applied on higher than average densities of fish and a value of less than unity would indicate that effort was being applied in a less advantageous manner than at random. This ratio is termed the "index of concentration of effort" or "concentration index."

The conclusions which can be drawn from the indices of density and concentration will depend, to a significant extent, upon how accurately the c./s.d.f. in each one-degree area represents on the average, the actual density. This will, in turn, partially depend upon the amount of effort an area receives. The more effort applied in a given area the better the chance that it will be well distributed in time and space and the favorable, and unfavorable factors effecting availability tend to average out. Griffiths (1960) adopted the procedure of eliminating from the data all one-degree areas which received less than five logged-day's-effort in a quarter. The indices were recalculated with these modified data and the analysis was carried forward using both sets of data. This procedure has also been followed in the present paper.

The reliability of the indices will also be influenced by the coverage the fleet gives to the fishing area as a whole. The catch-per-standard-day's-fishing in a few one-degree areas does not necessarily reflect the over-all abundance in a fishery which extends over thousands of miles of ocean. This was not considered to be a serious problem in the case of the baitboat data in the 1951-58 period because coverage of the total fishing area was fairly extensive in nearly every quarter. Purse-seiner effort, however, was confined to a much more limited number of one-degree areas until the middle of 1960.

## RESULTS AND DISCUSSION

The quarterly values of the weighted and unweighted indices of density and the concentration index are shown in Tables 1-6. These tables also show logged catch, standardized effort, number of exploited one-degree areas and the summation of the c./s.d.f. of all exploited one-degree areas. The yellowfin data are shown in Tables 1 and 2 for purse-seiners and baitboats respectively. The skipjack data are presented in Tables 3 (seiners) and 4 (baitboats). The combined yellowfin and skipjack data are in Tables 5 (seiners) and 6 (baitboats). The data which have been modified by the elimination of one-degree areas which received less than five logged-day's-effort in a quarter are presented in Tables 7-12.

### Changes in distribution and amount of seiner effort

The quarterly values of the standardized-day's-fishing and the number of exploited one-degree areas for seiners and baitboats, 1951 through 1961, are presented in graphical form in Figure 2. The numerical values

of the standardized-day's-effort of seiners and baitboats are not directly comparable because they have been standardized independently. The graph serves, however, to illustrate the quarterly fluctuations and the long-term trends in the amount of effort applied by the two gears. The lower graph, showing the number of exploited one-degree areas, is directly comparable between the two gears.

The quarterly pattern of fluctuations in seiner effort in the 1951-1958 period shows up dramatically in the top graph of Figure 2. This pattern ended in 1959 when, for the first time, seiner effort did not decline in the third quarter. There was considerable fluctuation in baitboat effort during the same period but there was no persistent seasonal pattern, although effort often peaked in the second quarter. Although the effort of the two gears is not directly comparable, the graph illustrates that there was considerably more baitboat effort in the 1951-58 period than seiner effort. The decline in baitboat effort and the corresponding increase in seiner effort in 1959-61 is the result of the conversion of most of the large baitboats to purse-seiners.

The lower graph, showing the number of one-degree areas exploited by the two gears, gives an indication of the difference in the geographical extent of the two fisheries. The seasonal fluctuation of seiners, in this graph, is not as pronounced as in the graph of effort but it is still very apparent and it ends in the same year, 1959. It is clear that, in the 1951-58 period, baitboats fished a much more extensive area than seiners. It was not until the first part of 1961 that seiners surpassed baitboats in number of one-degree areas fished.

The changes in the areal distribution of seiner effort between the 1951-58 period and the 1959-61 period are illustrated on statistical area charts in Figures 3a, 3b, 3c, and 3d. In these figures the average geographical distribution of effort for each quarter of each of the two series of years is shown. The effort applied in each one-degree area, for each year, was added for each period and then divided by the appropriate number of years. These figures present an average picture of the distribution of effort, but not of the number of one-degree areas exploited in an average quarter. Each one-degree area which was fished during any year in the two periods is represented on the charts. Therefore, for each of the average quarters more one-degree areas are shown as receiving some effort than were fished in any quarter in a given year.

In first quarters (Figure 3a) in the 1951-58 period, effort was concentrated most heavily in the Revillagigedo Islands and in the Gulf of California with very little effort anywhere else except in the region of the Gulf of Guayaquil. In the 1959-61 period there was still a fairly heavy concentration of effort in the Gulf of California but not in the Revillagigedos. There were heavy concentrations of effort on the Mexican Coast on both

sides of the Gulf of Tehuantepec which were not present in the 1951-58 period.

In the 1951-58 period, in second quarters (Figure 3b), effort was heaviest in the Gulf of California and around the southern tip of Baja California with a lesser concentration in the Revillagigedo Islands. In the 1959-61 period, second quarter effort was much more spread out, although the largest concentration was still in the vicinity of the southern tip of Baja California. Effort was fairly well distributed from the mouth of the Gulf of California to Central America.

Third quarters, (Figure 3c), in the 1951-58 period, received very little effort, most of which was applied on the local grounds. In the 1959-61 period the local grounds still received the majority of the effort but, in addition, there was an area of concentration off the coast of Central America.

Fourth quarters (Figure 3d), in the pre-conversion period, received even less effort than third quarters and most of it was applied in the Revillagigedos. In 1959-61 the heaviest concentrations of effort were on the Mexican and Central American coasts with a lesser concentration on the local grounds.

The most significant change in the distribution of effort between the two periods was the expansion of the fishery off the coasts of Mexico and Central America. In these areas seiners were very successful in setting on yellowfin schools associated with herds of porpoise. This particular segment of the fishery was previously exploited almost entirely by baitboats.

## **Yellowfin**

### *Quarterly variation in the indices of density and concentration*

The baitboat indices of density and concentration have been discussed in detail by Griffiths (1960) and Calkins (1961), therefore the major emphasis of the discussion to follow will be on the purse-seine data.

The quarterly values of the indices of yellowfin population density and concentration of fishing effort for seiners and baitboats are presented in graphical form in Figure 4. The seiner indices of density are more variable than those of the baitboats. The coefficient of variation of the unweighted index of density of seiners is 64.9% as opposed to 37.2% for baitboats. In the case of the weighted index of density, the coefficient of variation for seiners is 71.6% in comparison to 33.0% for baitboats.

In the period of 1951-58 there is no seasonal pattern of fluctuation of the seiner indices of density; however, there is a tendency for the highest values to occur in second quarters. In the period 1959-61 the unweighted

index of the seiners went through the same sequence of fluctuation in each of the three years. The quarterly values, from highest to lowest, have been; first, second, fourth, third. The weighted index has followed almost the same pattern, except that in 1961 the fourth quarter instead of the third was the low point of the year. The values reached by the indices of density in the first quarters of these three years substantially surpassed any values previously attained by these indices. There were no corresponding peaks in the baitboat indices of density.

The concentration index is less variable than either index of density. The coefficient of variation for seiners is 49.7%; considerably higher than the corresponding value for baitboats (23.1%). There is no seasonal pattern of fluctuation in the concentration index of either baitboats or seiners. The major fluctuations in the concentration index for either gear do not correspond to major fluctuations in the indices of density.

Some of the more extreme fluctuations in the seiner concentration index occurred when effort and the number of exploited one-degree areas were at a low level (see Table 1; 1954:4, 1957:4). This condition allowed small, localized changes in the catch-per-standardized-day's-fishing and distribution of effort to have a large effect on the concentration index.

In the first quarter of 1951, the concentration index was less than one. Theoretically this would indicate that effort was distributed in a less advantageous manner than if the vessels were choosing fishing areas at random. The low value did not result from the fleet being oriented towards skipjack because the index for that species was also less than one (see Figure 6). Catch and effort were low in this quarter and both indices of density were at low levels. This may have been partially due to industrial difficulties which tied up part of the fleet (Griffiths, 1960) and by incomplete logbook coverage in the initial months of collection. Logbook coverage for seiners in 1951 includes only about 25 per cent of the trips made in that year for yellowfin and skipjack (Schaefer, 1953). In the fourth quarter of 1951 the concentration index again fell below one. Catch and effort were again very low. There was no logged catch of yellowfin by seiners north of 4° N.

In the fourth quarter of 1952 the seiner concentration index reached 2.61, which seemingly indicated that the fleet was quite successful in concentrating on better than average densities of yellowfin. However, both indices of density were at extremely low levels. Virtually all of the catch came from four one-degree areas on the local grounds (Figure 1) but the catch-per-unit-of-effort was low in that region. Thus a very poor quarter in terms of catch resulted in a high value for the concentration index.

The concentration index dropped to the lowest point of the 11 year series in the first quarter of 1954. Most of the effort was applied in the mouth of the Gulf of California where the catch-per-unit-of-effort was

quite low. In the same quarter the baitboat concentration index reached its highest point because of the very good catches in the area of the "14 fathom spot" ( $9^{\circ}$ - $10^{\circ}$  S. off Chimbote, Peru). Only four per cent of the seiner effort, as opposed to 14 per cent of the baitboat effort, was applied in this region. The catch-per-unit-of-effort for seiners was not as high as that achieved by the baitboats but it was higher than that of the seiners fishing in the Gulf of California. At this time the banks off Peru were outside the normal range of most of the California-based seiners.

In the second quarter of 1955 the concentration index rose to 2.44. Nearly all of the catch came from the Gulf of California and the Revillagigedo Islands and the catch-per-unit-of-effort was fairly high in the corresponding one-degree areas. The next unusually high value of the seiner concentration index occurred in the fourth quarter of 1955. Effort was very low and only five one-degree areas were fished. Ninety-seven per cent of the catch was made in a single one-degree area which is contiguous to Socorro Island, one of the Revillagigedo group. Values attained by the concentration index under such conditions are obviously not comparable with values from quarters where large amounts of effort were applied.

In the next quarter, 1956:1, the seiner concentration index rose still higher, to 3.29. Conditions were similar to those which caused the peak of 1955:2. Catch-per-unit-of-effort was high in the traditional fishing areas; the Gulf of California and the Revillagigedos. Two one-degree areas near the Islands received 60 per cent of the total effort and contributed two-thirds of the catch. In the last quarter of 1956, the seiner concentration index (4.22) surpassed all previous peaks. The distribution of catch and effort was similar to the fourth quarter of the previous year. Nearly all of the catch came from the same two one-degree areas. In the second quarter of 1957 the seiners did better than in any previous quarter on the Mexican coast between  $17^{\circ}$  and  $20^{\circ}$  N. but this was not reflected by the concentration index. Despite the high c./s.d.f. on the Mexican coast, effort was much heavier on the traditional fishing grounds farther north.

The seiner concentration index reached 5.40, the highest point of the eleven year series in the last quarter of 1957. This high value was the result of conditions similar to those of the fourth quarters of 1955 and 1956. Effort and catch were low but only 13 one-degree areas were exploited. One of these, encompassing San Benedicto Island of the Revillagigedos, produced 84 per cent of the catch.

In 1958 the concentration index began a period of relative stability. Warm water conditions caused a shift in the distribution of tunas to the north and effort was pulled farther north than usual in the Gulf of California and on the local banks. These areas produced especially well in the second quarter when the purse-seine catch of yellowfin topped all previous quarters.

In the 1959-61 period the seiner concentration index remained relatively stable in comparison with previous years and also stayed much closer in value to the baitboat concentration index. In contrast, both indices of density of the seiners went through extreme quarter to quarter fluctuation and both indices reached higher values than had been attained previously. The stability of the seiner concentration index in this period probably resulted from the expansion of the fishery, both in area and time periods covered and in total effort applied. Seiner effort and the number of one-degree areas exploited by the seiner fleet increased steadily through 1959 and 1960 until, by early 1961, these statistics reached values equal to those attained by the pre-conversion baitboat fleet. In these years there were no drastic declines in effort in the third and fourth quarters, as was the case previously, and the extreme values of the concentration index which often occurred in fourth quarters were absent. In the third quarter of 1961 there was a slight decline in effort, probably due to the diversion of some vessel time to the fishery for bluefin tuna.

*Relationship between the weighted and unweighted indices of density*

There are strong positive correlations between the weighted and unweighted indices of density for both seiners ( $r = 0.896^{**}$ ) and baitboats ( $r = 0.729^{**}$ ), as would be expected, because the two indices are measures of the same thing.

A plot of the quarterly values of the unweighted index on the corresponding values of the weighted index, for seiners, is shown in Figure 5. The seiner data were divided into two periods; 1951-58 and 1959-61 and the least square regression lines were computed for each. The equations of the lines are as follows:

$$\hat{Y} = 0.874 + 1.251 X \text{ (1951-58)}$$

$$\hat{Y} = 0.754 + 1.290 X \text{ (1959-61)}$$

The two lines do not differ significantly in slope or level (see Table 13 for tests of significance). Apparently there was no significant change in the relationship between the two indices of density after the expansion of the fishery.

*Relationship of the number of exploited one-degree areas to the indices of density and concentration*

Griffiths (1960) found a significant negative relationship between the number of exploited one-degree areas and both indices of yellowfin density for baitboats. This gave an indication that searching activity of the baitboat fleet increased as apparent abundance declined. In the case of seiners, this relationship is not significant. For the years before 1959 there appears to be no relationship of any sort for either index of density. In the twelve

quarters of 1959-61 a tendency appears for the lower values of both indices of density to be associated with the larger numbers of exploited one-degree areas but this relationship is not statistically significant.

The relationship between the number of exploited one-degree areas and the concentration index was also examined. Again there were no statistically significant correlations, however, there is a pronounced tendency for the concentration index to be much more variable when the number of exploited one-degree areas is low.

The analyses described in this section were repeated with the modified data (one-degree areas eliminated at 5-logged-day level) but there were no essential changes in the results.

### **Skipjack**

The quarterly values of the weighted and unweighted indices of density and the concentration index of skipjack, for seiners and baitboats, are shown in graphical form in Figure 6. As was the case with the yellowfin data, the seiner indices are more variable than those of the baitboats. The coefficient of variation of the unweighted index of density for seiners is 104.8% as compared with 48.2% for baitboats. For the weighted index, the coefficients of variation are 72.2% for seiners and 33.3% for baitboats. The coefficient of variation of the seiner concentration index is 67.3%, while for baitboats the value is 41.6%. All these values, for both gears, are higher than the corresponding values for yellowfin.

The seasonal pattern of fluctuation of the indices of density of seiners is not as pronounced as it is for baitboats where, in most years, the highest values tended to occur in the last two quarters and the first quarter was usually lower than the preceding fourth quarter. However, for the seiner unweighted index of density, the highest values of the year occur in either the third or fourth quarter nine out of eleven times. There appears to be a tendency for the higher values of the seiner concentration index to occur in the last half of the year.

The high variability of the skipjack indices of density and concentration are, in large part, due to the same factors which operated to produce variability in the yellowfin data; the low level of effort and restricted area of the fishery in many quarters. For skipjack this effect is aggravated by the smallness of the catch in most quarters. The seiner fleet has nearly always landed more yellowfin than skipjack. In 17 of the 44 quarters, seiners landed less than 500 tons of skipjack. During the period covered by this study skipjack made up only 21 per cent of the seiner catch as compared to 49 per cent of the baitboat catch. The seiner fleet has fished historically in areas and at seasons when and where yellowfin predominate. The seiner concentration index for skipjack falls below one (1.00) 15 times in 44 quarters, theoretically indicating that effort was dis-

tributed in a less advantageous manner than randomly more than one-third of the time. These low values usually occurred in first and second quarters and were probably caused by the preference of the fleet for yellowfin. However, the highest point of the eleven year series (4.75) occurred in the second quarter of 1956. Both indices of density were extremely low in that quarter. The same was true of 1952:3 and 1959:1, when unusually high values of the concentration index occurred. There appears to be very little relation between the fluctuation of the concentration index and the success of the fleet in catching skipjack.

The violent fluctuations of the seiner concentration index for skipjack have little meaning because the sampling of this species by the fishery has been too sporadic and localized during most of the period covered here. In 1959 and 1960, when the seiner fishery expanded, the catch-per-unit-of-effort for yellowfin was extremely high and it is doubtful that skipjack were actively sought by seiners. After the first quarter of 1961 both indices of density of yellowfin declined sharply and, at the same time, there was a great increase in the skipjack catch. The tonnage of skipjack landed by seiners in 1961 was more than three times that of any previous year. In the future the skipjack concentration index may become more meaningful as the seiners fish more actively for skipjack, and perhaps become more skillful in catching this species. However, it is doubtful that the skipjack concentration index, will become as stable as that of yellowfin. The baitboat catch has been divided fairly evenly between the two species, but the yellowfin data have been considerably more stable than those of skipjack.

### **Yellowfin and Skipjack Combined**

#### *Quarterly variation of the indices of density and concentration*

A graphical presentation of the quarterly values of the indices of density and concentration for yellowfin and skipjack combined is presented in Figure 7. The purse-seiner indices are represented by the solid lines and the baitboat indices by the broken lines.

Because the seiner catch has been predominately yellowfin, the fluctuations of the combined species indices of density follow the pattern of fluctuation of the yellowfin indices of density more closely than they do those of the skipjack. Despite the greater importance of the yellowfin component in the combined data, the addition of the skipjack catch has had the effect of raising some of the more extreme low points in both indices of density and thus decreasing the over-all variation. For seiners, the coefficient of variation of the combined species unweighted index is 45.0%, as opposed to 64.9% for yellowfin and 104.8% for skipjack. For the weighted index, the coefficient of variation of the combined species is 56.4% in comparison to 71.6% for yellowfin and 72.2% for skipjack. These

values are higher than the corresponding values for the baitboats combined species data which are; 28.3% for the unweighted index and 26.1% for the weighted.

The variation of the concentration index is also decreased by combining the data for yellowfin and skipjack. For the combined species, the coefficient of variation of the concentration index is 34.5%. For yellowfin this value is 49.7% and for skipjack it is 67.3%. However this is still considerably higher than the coefficient of variation of the combined species baitboat data which is 21.7%.

The combined species concentration index is not affected by the fleet passing by one species in favor of another, so long as such selectivity is the same in all areas. Therefore, assuming normal competence in the distribution of effort by the fleet, which should always be better than random, the concentration index of the combined species should always be expected to be greater than one. This is, in fact, what occurs in the case of the combined species concentration index of baitboats, and it is also true for all but three quarters for the combined species concentration index of seiners.

In the first quarter of 1951 the seiner concentration index was 0.81. As has been mentioned previously, the data for this quarter may be abnormal due to incomplete logbook coverage. In the second quarter of 1953 the concentration index was 0.97. Catch, effort and the number of exploited one-degree areas were fairly high for the preconversion era. The concentration index for yellowfin was 1.11, a moderately low value, but not abnormally so; however, the skipjack concentration index was only 0.49. One one-degree area in the Guayaquil region produced 210 tons of skipjack, or one-quarter of the catch by seiners. The catch-per-day's-fishing in this one-degree area was 21.1, by far the highest for any one-degree area exploited in that quarter but only 9.9 standardized-day's-effort were applied. The Guayaquil region was outside the normal range of most of the California-based seiners at that time. If the data from south of the equator, where *c./s.d.f.* was high and effort low, is eliminated the seiner combined concentration index is increased to 1.06.

In the first quarter of 1954 the combined concentration index dropped to 1.00. In this quarter the skipjack concentration index was 2.01, a fairly high value. The yellowfin concentration index dropped to 0.46, its lowest point in the eleven year series. A possible explanation for this was given in the section on yellowfin; the *c./s.d.f.* was lower in the traditional fishing areas which received most of the effort than in the more distant areas which were outside the range of much of the fleet.

The combined concentration index of seiners reached exceptionally high values in 1955:4, 1956:4 and 1957:4. All of these peaks correspond

to peaks in the yellowfin concentration index. The possible reasons for the occurrence of these peaks have been discussed in the yellowfin section.

Like the yellowfin concentration index, the combined index is more stable after 1959 than before and for the same reasons; i.e. the increase in effort and in the number of one-degree areas fished.

*Relationship between the weighted and unweighted indices of density*

The correlation between the weighted and unweighted indices of density of combined data (0.872\*\*) is significant at the 99 per cent level. The data were divided into two periods, 1951-58 and 1959-61, as was done for the yellowfin data, and points and regression lines are shown in Figure 8. The 1951-58 line is represented by the equation  $\hat{Y} = 1.511 + 1.117 X$ ; the 1959-61 line is described by  $\hat{Y} = 3.133 + 0.897 X$ . Covariance analysis failed to reveal any significant difference in slope or level between the two lines (see Table 14). If the two time periods are grouped together the equation of the fitted line is  $\hat{Y} = 1.751 + 1.078 X$ .

*The relationship between the number of exploited one-degree areas and the indices of density and concentration*

The relationship between the indices of density and the number of exploited one-degree areas was examined using the procedure described in the section on yellowfin. The quarterly values of the indices of density were plotted against the corresponding number of exploited one-degree areas and the correlation coefficients were computed. For the eleven year series and for the 1951-58 series there were no significant relationships between either of the indices of density and the number of one-degree areas. However, for the 1959-61 period the correlation coefficients between the one-degree areas and the unweighted and weighted indices were  $-0.661^*$  and  $-0.608^*$  respectively. Both are significant at the 95 per cent but not at the 99 per cent confidence level. This indicates that, in this period, searching activity increased as apparent abundance declined. The same type of relationship was found for the combined baitboat data for 1951-59 (Calkins, 1961). For seiners, the relationship between the one-degree areas and the unweighted index is shown in Figure 9.

There appears to be no relationship between the concentration index and the number of exploited one-degree areas either for the eleven year period or for either of the two shorter periods.

The analyses described in this section were repeated with the modified (eliminated) data but there was no essential change in any of the results.

*Relationship between the indices of density and concentration of yellowfin and skipjack*

The fluctuation of the indices of density and concentration and the distribution of the catches of yellowfin and skipjack suggest that, at certain

times, effort was concentrated primarily on one or the other species. The baitboat indices of density and concentration of the two species were compared over the 1951-59 period and it was concluded that, although the indices of the two species may have been dependent in some individual quarters, there was little evidence of a consistent, significant relationship (Calkins, 1961).

When the quarterly values of the seiner unweighted indices of density of yellowfin and skipjack were plotted against each other a negative trend is evident (Figure 10). For the 1951-61 series the correlation coefficient ( $-0.378^*$ ) is significant at the 95 per cent confidence level. For the 1959-61 period the correlation coefficient is  $-0.687^*$ . Despite the significance of the correlation coefficients the scatter of the points is such that a fitted line would have little meaning.

The weighted indices of density were compared in the same manner. The results were considerably different. For the complete eleven-year series the correlation coefficient (0.047) indicates nearly complete independence. For the 1959-61 period the correlation coefficient is negative ( $-0.258$ ) but far from significant. The use of the modified data produced no essential change in these results.

The existence of a negative correlation between the unweighted indices of the two species, while there is no correlation between their weighted indices, probably reflects the combination of choice of fishing areas by vessel masters and unequal distribution between regions, while, at the same time, little choice between species is expressed *within* fishing areas.

The concentration indices of the two species were compared in the same manner and the relationship was found to be similar to, but less pronounced than that between the unweighted indices of density of the two species. At low values of the yellowfin concentration index there is a wide range of values of the skipjack concentration index but only the low values of the skipjack concentration index are associated with the highest values of the yellowfin concentration index. The correlation coefficients for both the modified and unmodified data were negative but not significant.

#### **Comparison between the indices of density and concentration of baitboats and purse-seiners**

The purse-seine and baitboat data were examined for significant correlations between the indices of density and concentration of the two gears. It was apparent from preliminary examination, that there were no demonstrable dependent relationships for either the yellowfin or skipjack data. The combined data, being more stable, yielded slightly better but still

meager results. For the combined species the correlation coefficient between the quarterly values of the unweighted indices of density of baitboats and seiners reached 0.334\* for the time series 1952-61, with the modified data (one-degree areas eliminated at the five-day level). This correlation barely reached the 95 per cent level of significance (38 d.f.), and the scatter of the points is such that there would be no value in attempting to define the relationship more precisely. The weighted indices of density and the concentration indices of the two gears were compared in the same manner but there were no discernible relationships.

This lack of relationship is not surprising, considering the nature of the data. The seiner indices, before 1960, were representative of a much more limited area than the baitboat indices for the same period. Also environmental factors may affect availability of fish to the two gears in a different manner. In order to show a relationship between the catch-per-unit-of-effort of the two gears it is necessary to limit the comparison to time and area strata where both gears fished. This was the procedure followed by Broadhead (1962). The c./s.d.f. of seiners and baitboats were compared by combinations of five-degree areas, by month, where at least ten logged-day's-effort were applied by both gears. Broadhead (*op. cit.*) demonstrated that there was a highly significant positive relationship of a curvilinear nature between the c./s.d.f. of the two gears for yellowfin for two time periods, 1952-58 and 1959-60.

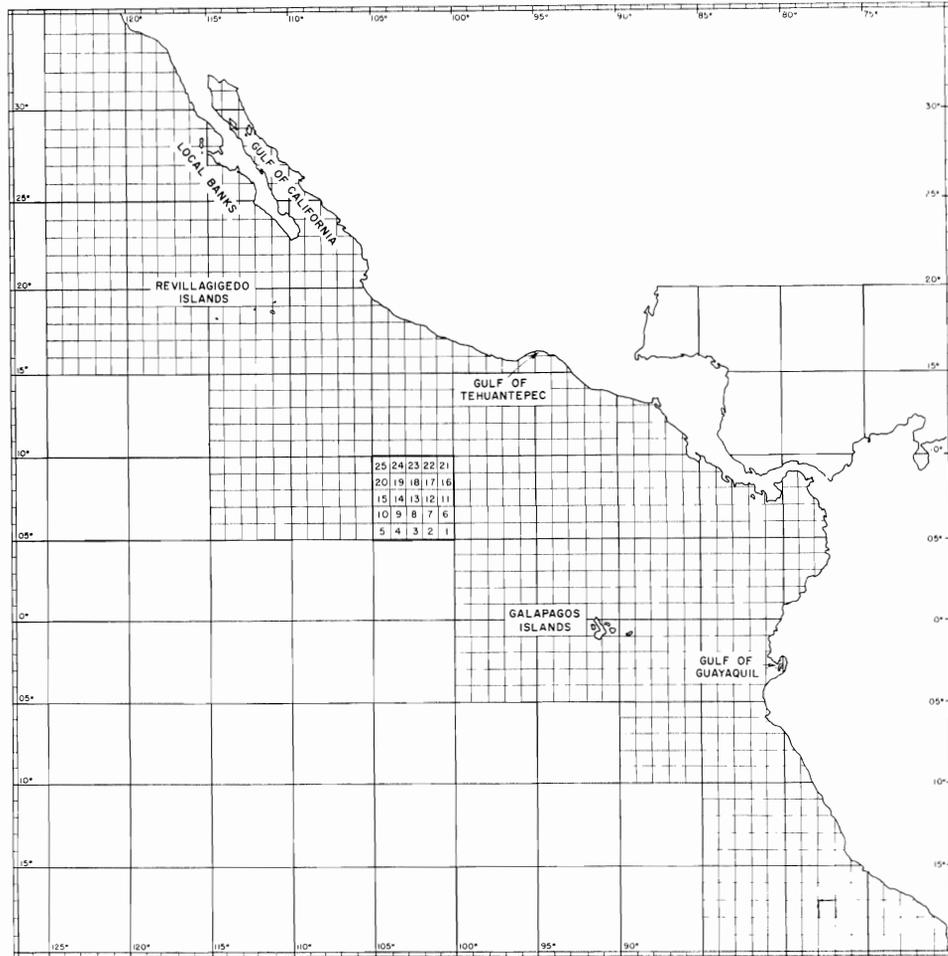


FIGURE 1. The general region of the tropical tuna fishery in the Eastern Pacific, with approximate locations of fishing areas mentioned in the text, illustrating the statistical area system of the Inter-American Tropical Tuna Commission.

FIGURA 1. Región general de la pesquería del atún tropical en el Pacífico Oriental, con la localización aproximada de las áreas, de pesca mencionadas en el texto, que se ofrece como ilustración del sistema estadístico de las áreas de la Comisión Interamericana del Atún Tropical.

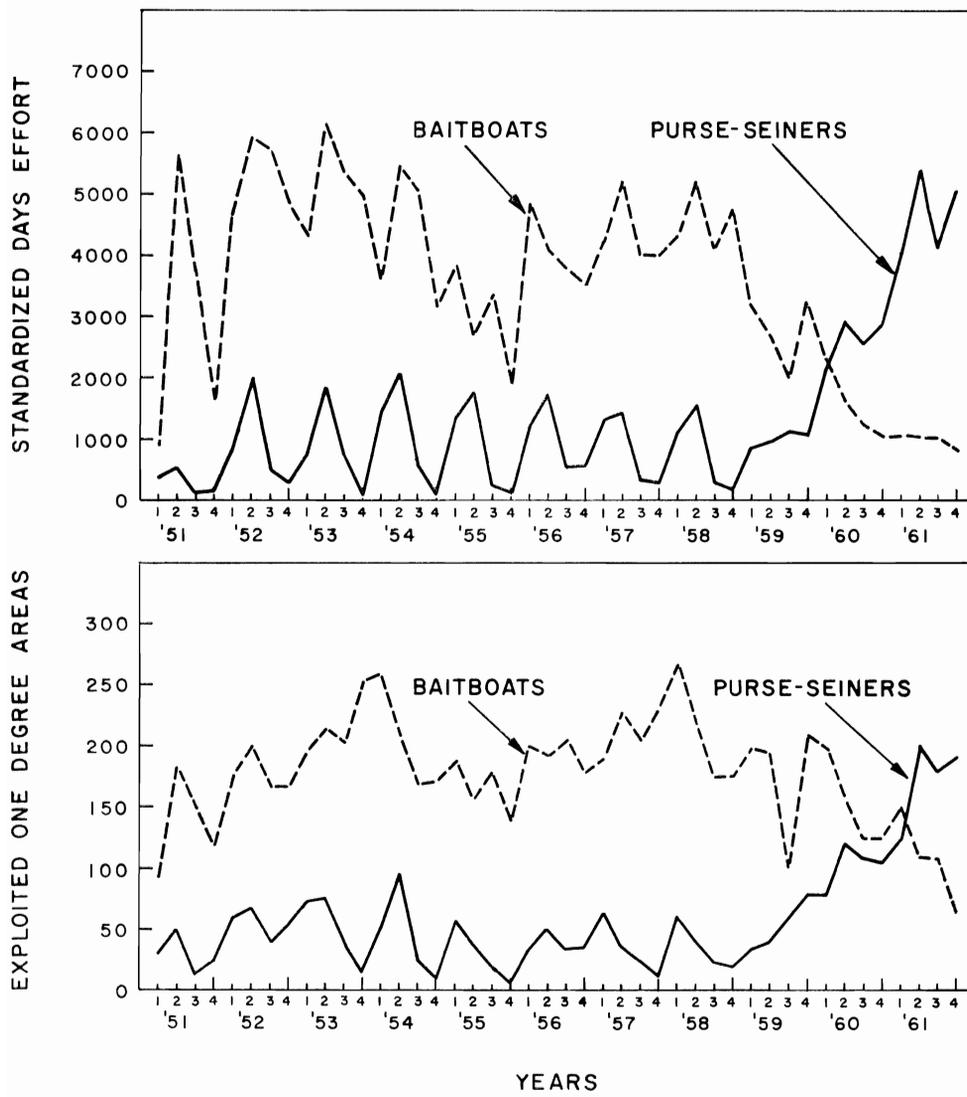
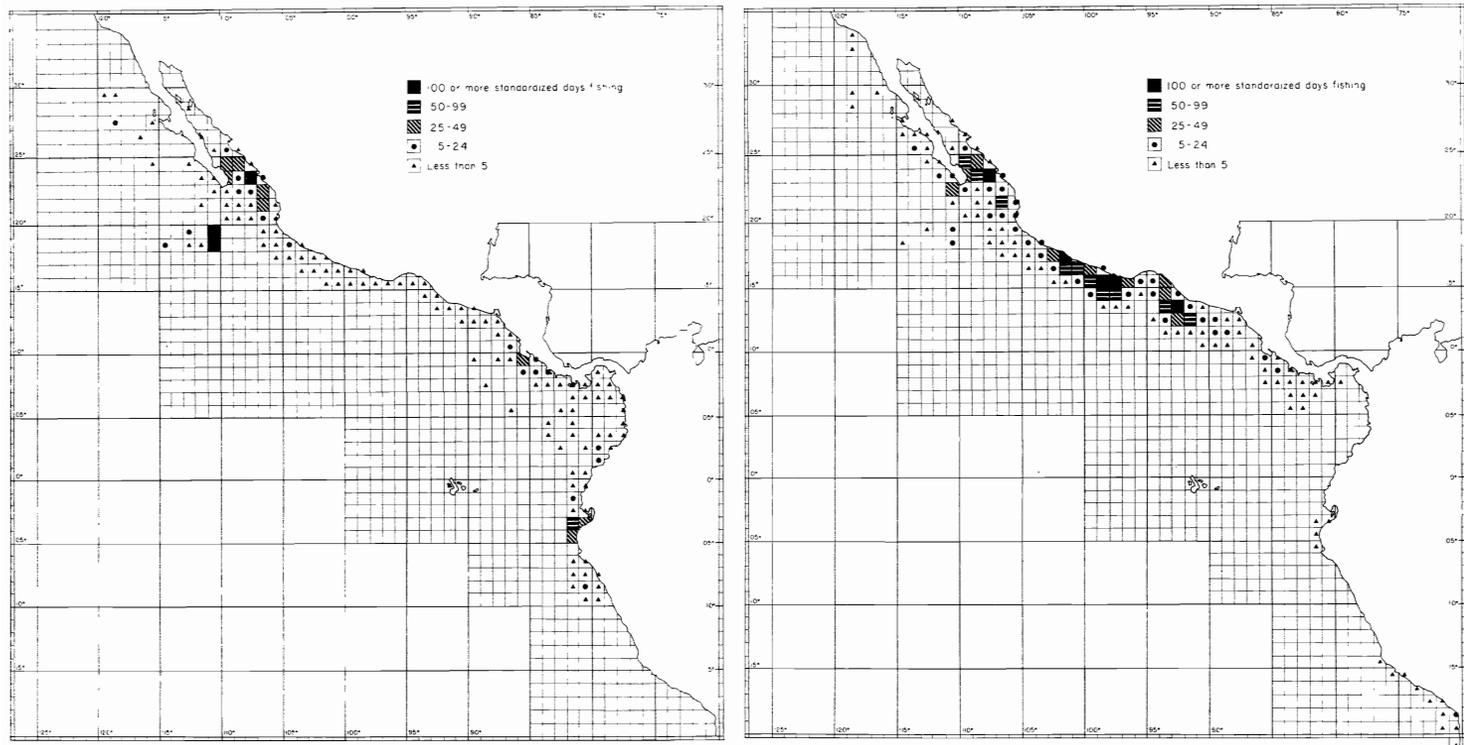


FIGURE 2. Standardized-day's-effort and number of exploited one-degree areas for baitboats and purse-seiners by quarters of the year, 1951-1961.

FIGURA 2. Esfuerzo en días estandarizados y número de áreas explotadas de un grado por barcos de carnada y barcos rederos, por trimestres del año, durante el período 1951-1961.



**FIGURE 3a.** Average distribution of effort by purse-seiners for first quarters; left—1951-58, right—1959-61.

**FIGURA 3a.** Distribución promedio del esfuerzo de los barcos rederos durante el primer trimestre de los años 1951-58 (izquierda), y 1959-61 (derecha).

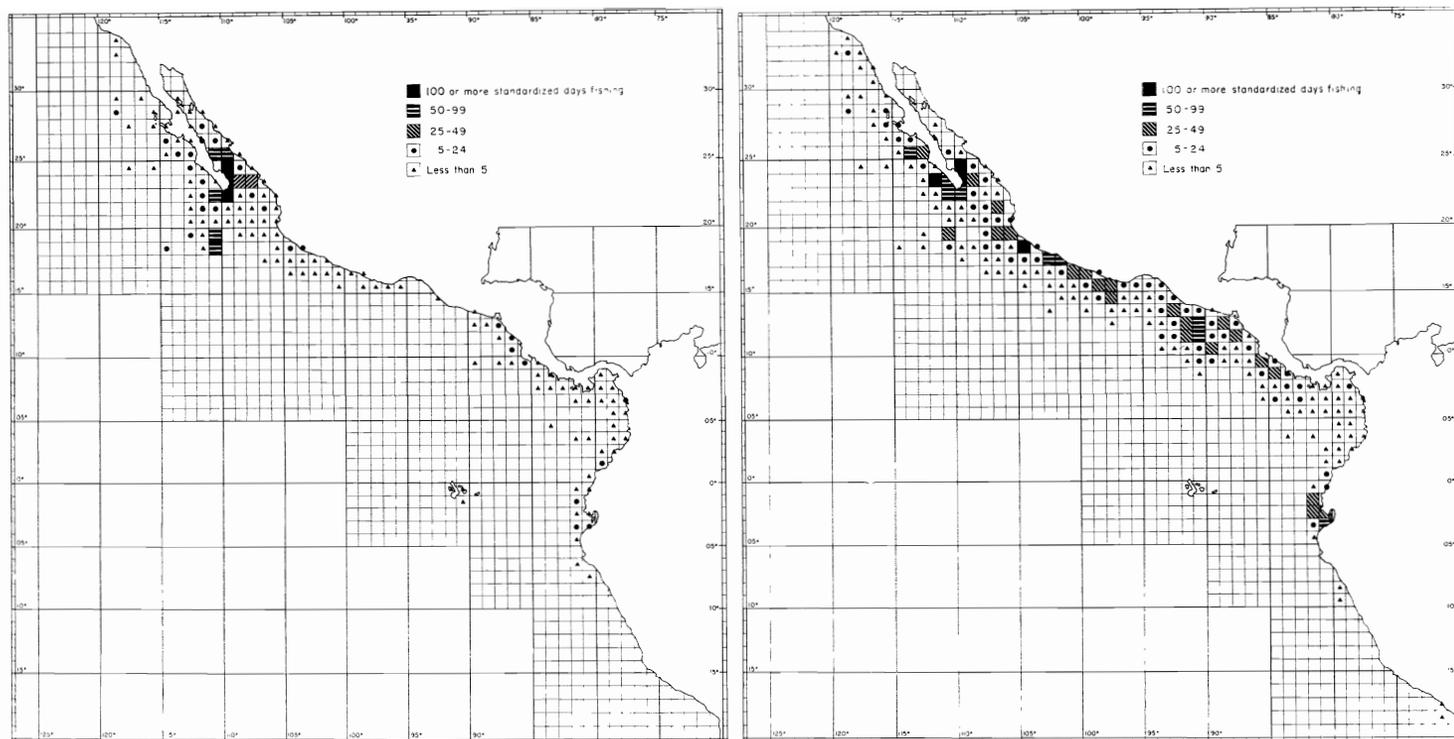


FIGURE 3b. Average distribution of effort by purse-seiners for second quarters; left—1951-58, right—1959-61.

FIGURA 3b. Distribución promedio del esfuerzo de los barcos rederos durante el segundo trimestre de los años 1951-58 (izquierda), y 1959-61 (derecha).

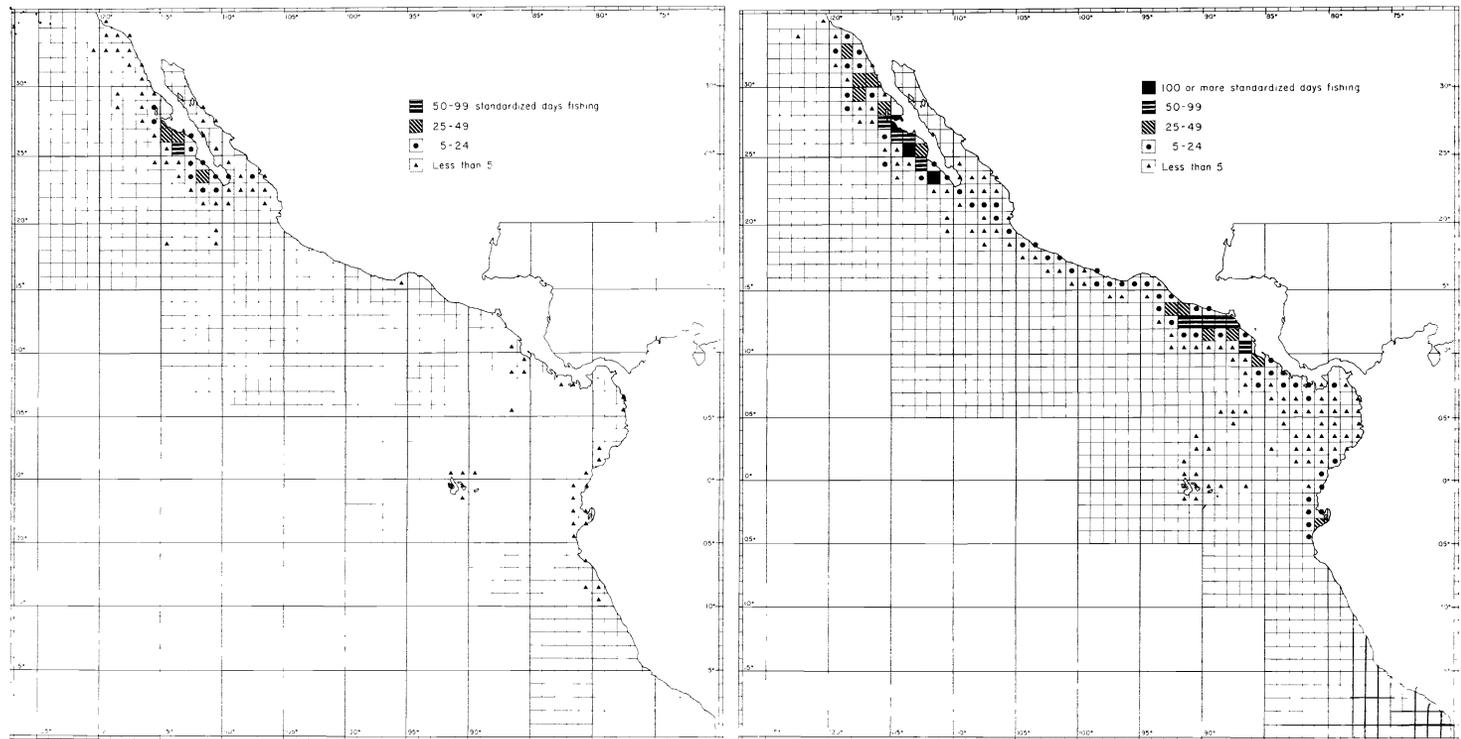
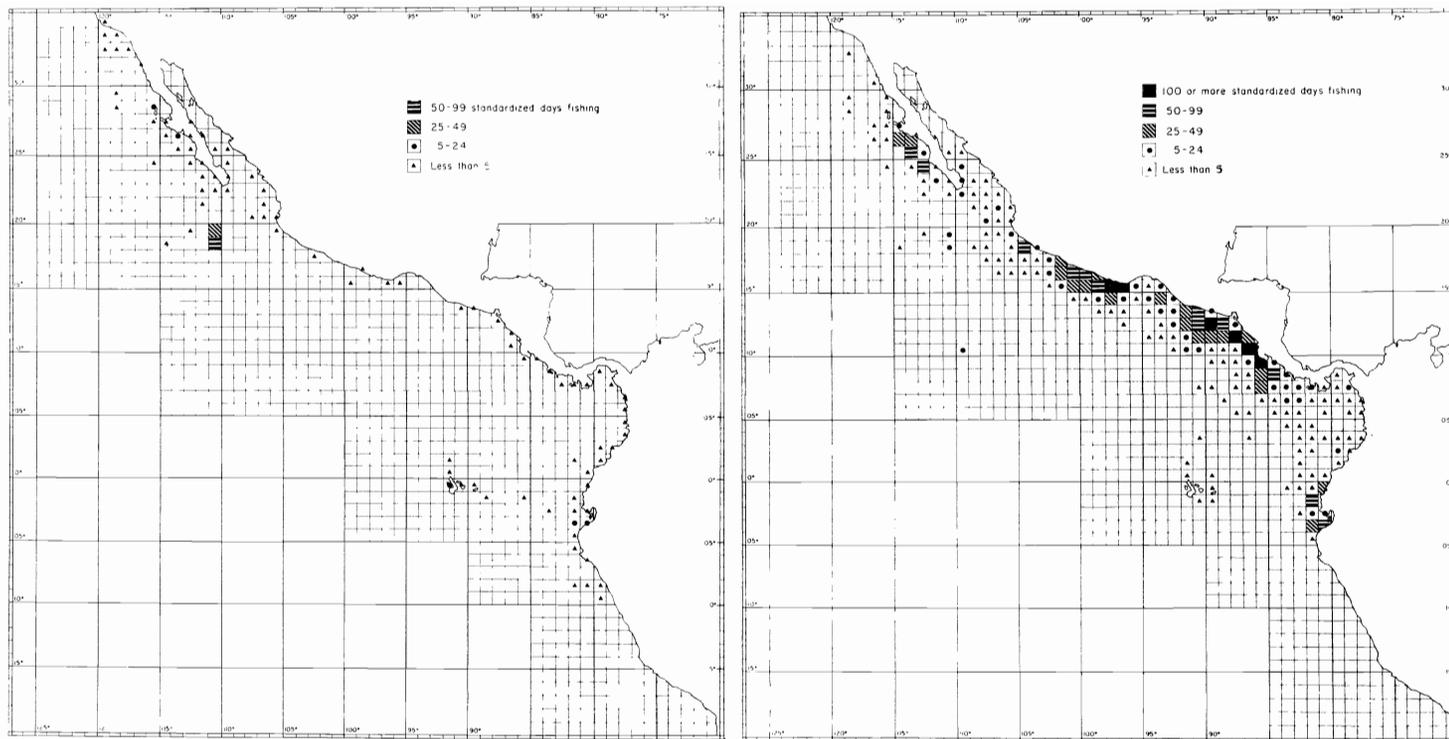


FIGURE 3c. Average distribution of effort by purse-seiners for third quarters; left—1951-58, right—1959-61.

FIGURA 3c. Distribución promedio del esfuerzo de los barcos rederos durante el tercer trimestre de los años 1951-58 (izquierda), y 1959-61 (derecha).



**FIGURE 3d.** Average distribution of effort by purse-seiners for fourth quarters; left—1951-58, right—1959-61.

**FIGURA 3d.** Distribución promedio del esfuerzo de los barcos rederos durante el cuarto trimestre de los años 1951-58 (izquierda), y 1959-61 (derecha).

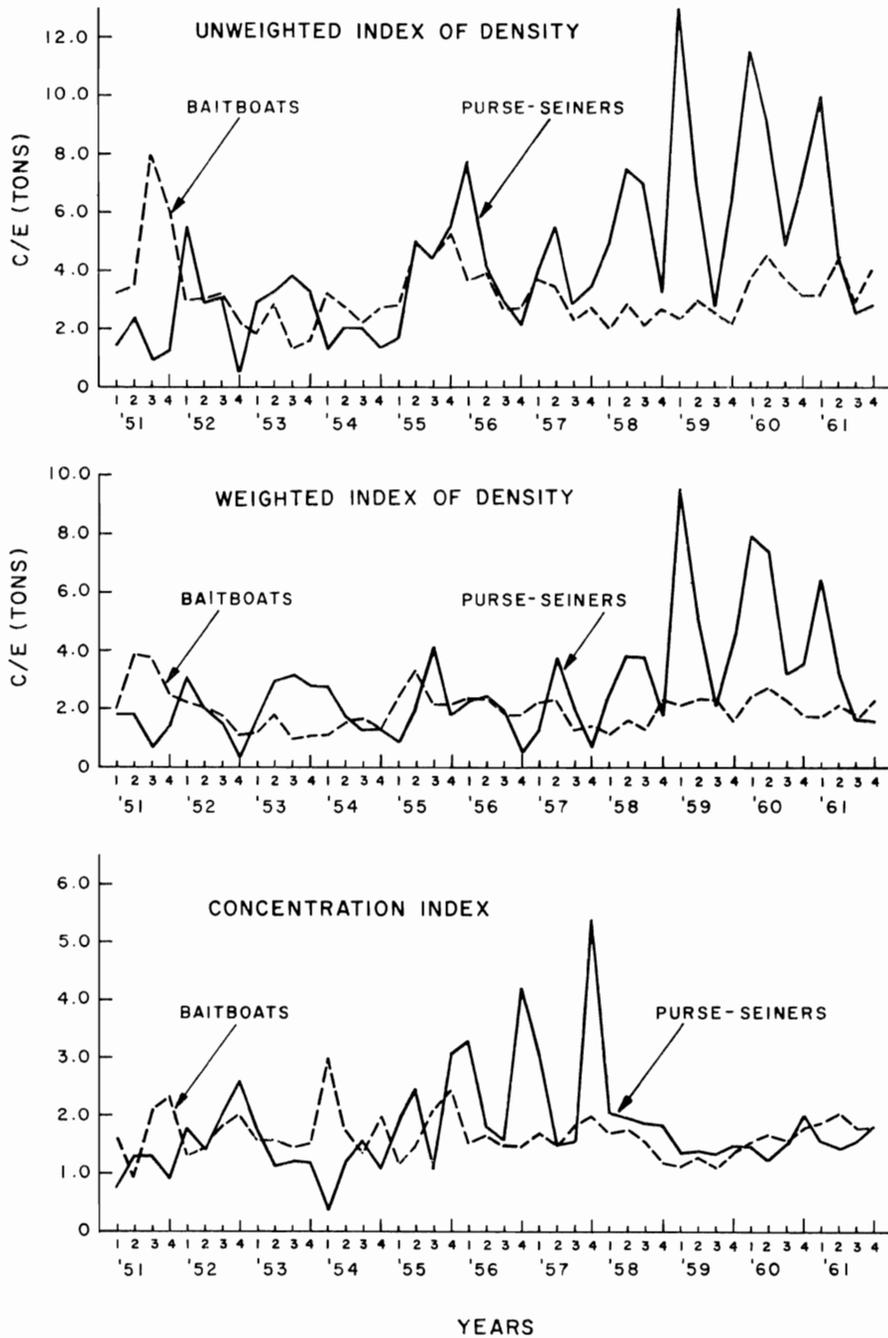


FIGURE 4. Yellowfin: Unweighted index of density, weighted index of density, and concentration index for purse-seiners and baitboats by quarters of the year, 1951-1961.

FIGURA 4. Atún aleta amarilla: índice de densidad no ponderado, índice de densidad ponderado e índice de concentración correspondiente a los barcos rederos y barcos de carnada, por trimestres del año durante el período 1951-1961.

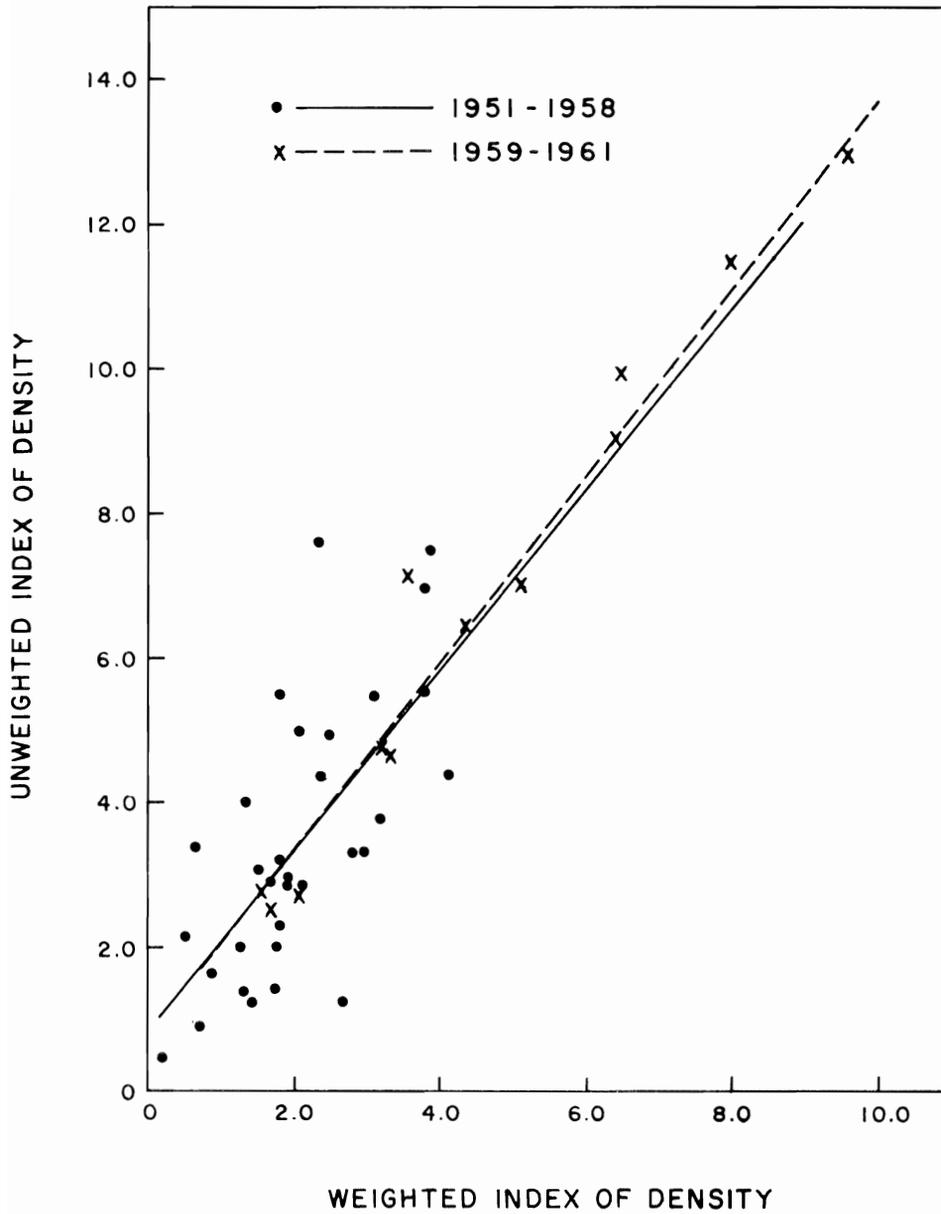


FIGURE 5. Yellowfin: Regression of unweighted index of density on weighted index of density by quarters of the year for two time periods; 1951-58 and 1959-61.

FIGURA 5. Atún aleta amarilla: regresión del índice de densidad no ponderado sobre el índice de densidad ponderado, por trimestres del año, correspondientes a dos periodos: 1951-58 y 1959-61.

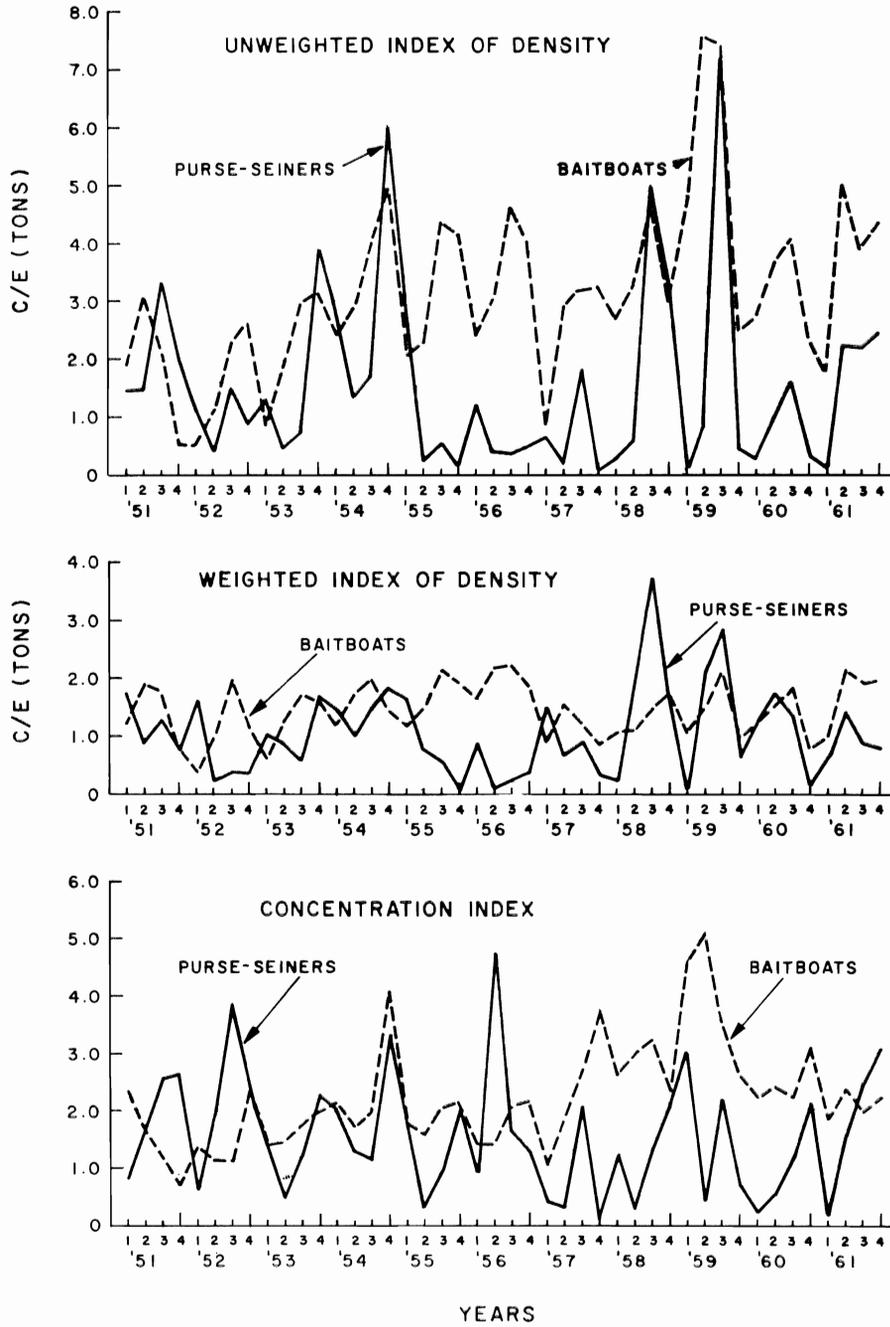


FIGURE 6. Skipjack: Unweighted index of density, weighted index of density, and concentration index for purse-seiners and baitboats by quarters of the year, 1951-1961.

FIGURA 6. Barrilete: índice de densidad no ponderado, índice de densidad ponderado e índice de concentración correspondientes a los barcos rederos y de carnada, por trimestres del año durante el período 1951-1961.

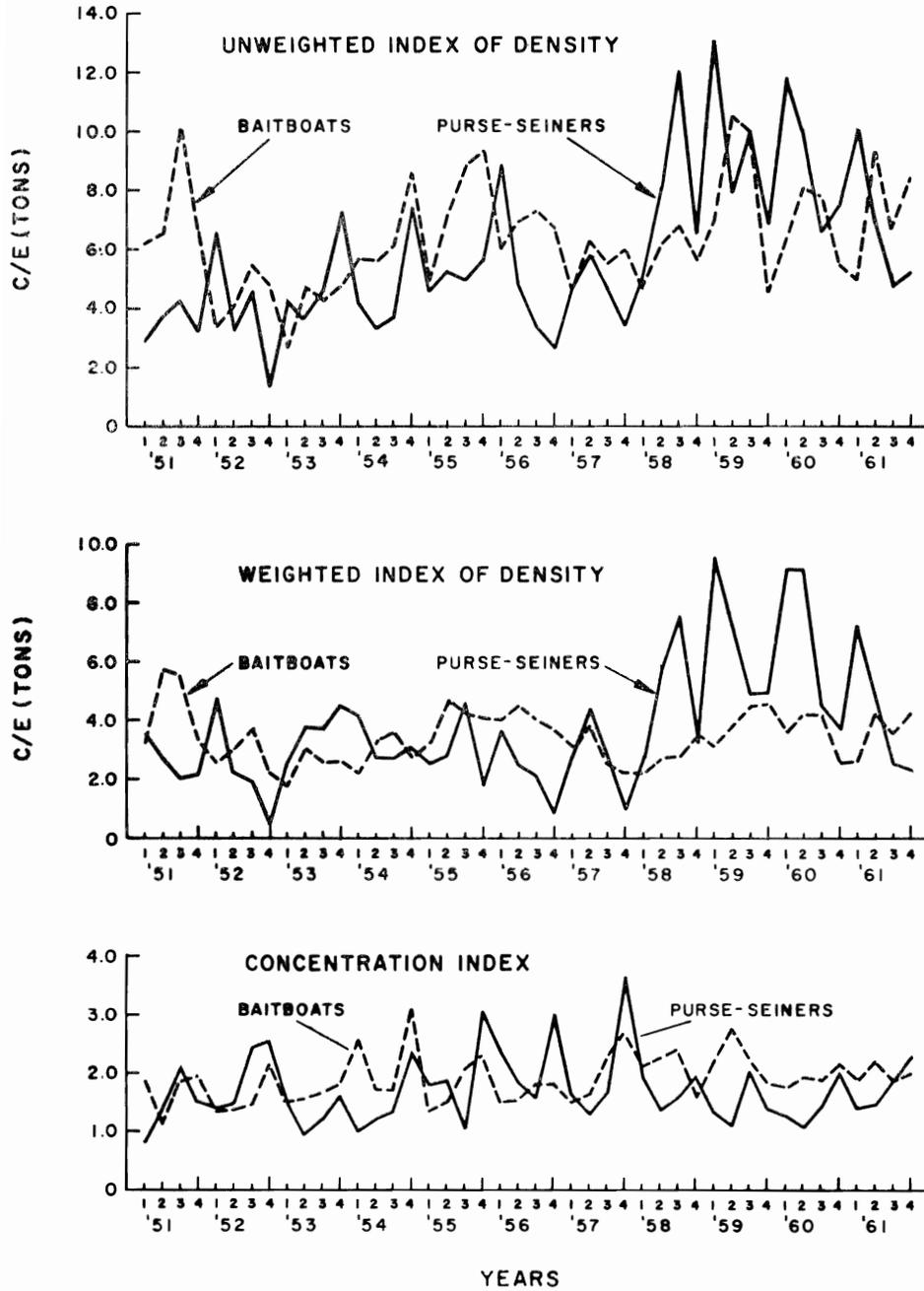


FIGURE 7. Yellowfin and skipjack combined: Unweighted index of density, weighted index of density, and concentration index for purse-seiners and baitboats by quarters of the year, 1951-1961.

FIGURA 7. Atún aleta amarilla y barrilete combinados: índice de densidad no ponderado, índice de densidad ponderado e índice de concentración correspondientes a los barcos rederos y clipers, por trimestres del año durante el período 1951-1961.

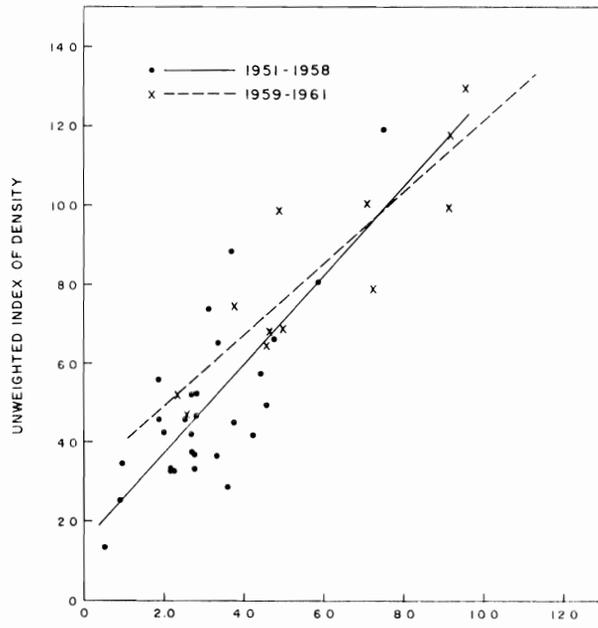


FIGURE 8. Yellowfin and skipjack combined: Regression of unweighted index of density on weighted index of density by quarters of the year for two time periods; 1951-58 and 1959-61.

FIGURA 8. Atún aleta amarilla y barrilete combinados: regresión del índice de densidad no ponderado sobre el índice de densidad ponderado, por trimestres del año correspondientes a dos periodos: 1951-58 y 1959-61.

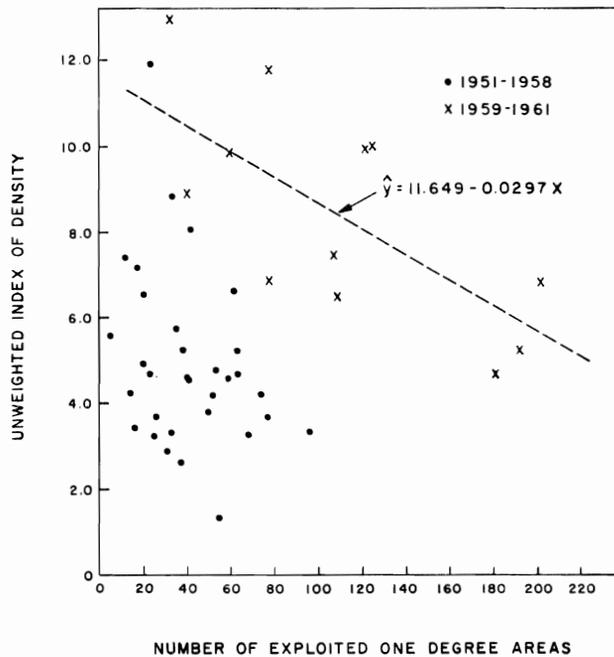


FIGURE 9. Yellowfin and skipjack combined: Seiner unweighted index of density plotted against the number of exploited one-degree areas by quarters of the year, 1951-1961, with regression line fitted to the 1959-61 data.

FIGURA 9. Atún aleta amarilla y barrilete combinados: índice de densidad no ponderado de los rederos graficado contra el número de áreas explotadas de un grado, por trimestres del año durante el periodo 1951-1961, con la línea de regresión ajustada a los datos del periodo 1959-61.

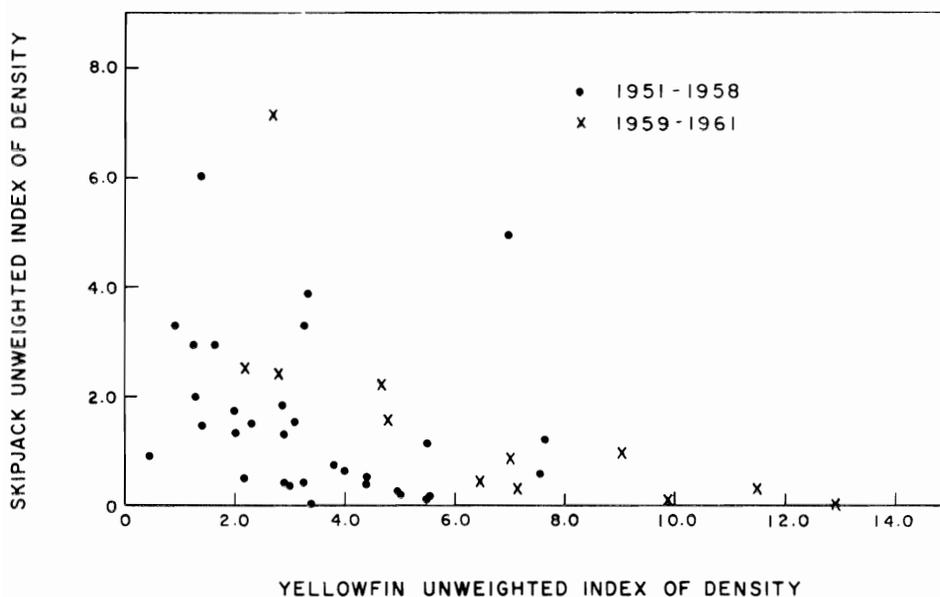


FIGURE 10. Purse-seine data: Skipjack unweighted index of density plotted on yellowfin unweighted index of density by quarters of the year, 1951-1961.

FIGURA 10. Datos de los barcos rederos: índice de densidad no ponderado del barrilete graficado sobre el índice de densidad no ponderado del atún aleta amarilla, por trimestres del año durante el período 1951-1961.

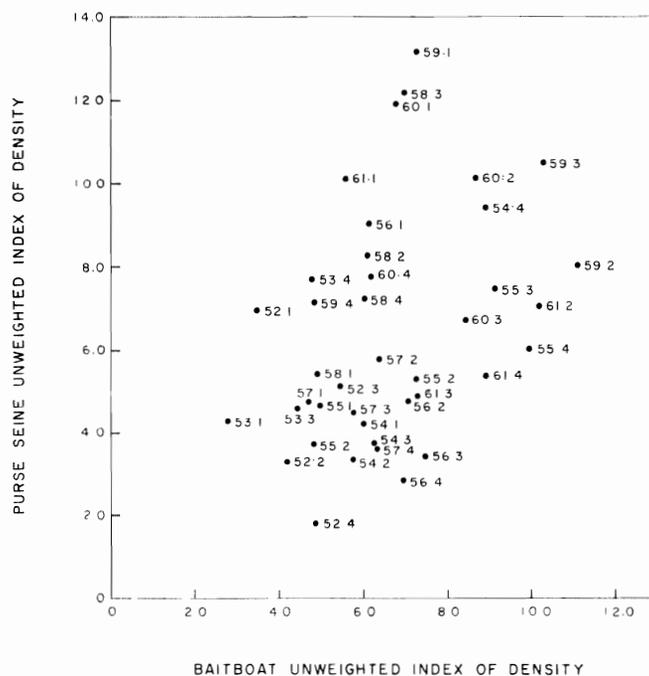


FIGURE 11. Yellowfin and skipjack combined (modified data): Seiner unweighted index of density plotted against baitboat unweighted index of density by quarters of the year, 1952-1961.

FIGURA 11. Atún aleta amarilla y barrilete combinados (datos modificados): índice de densidad no ponderado de los barcos rederos graficado contra el índice de densidad no ponderado de los clipers, por trimestres del año durante el período, 1952-1961.

**TABLE 1.** Purse Seiners: Quarterly values of *yellowfin* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas and summation of c./s.d.f.\* for *all* exploited one-degree areas.

**TABLA 1.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p.\* correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	533	373	1.43	56.7	31	1.83	0.78
	2	1,217	525	2.32	89.5	50	1.79	1.30
	3	94	102	0.92	9.9	14	0.71	1.30
	4	152	120	1.27	35.0	25	1.40	0.91
1952	1	4,661	849	5.49	188.5	61	3.09	1.78
	2	5,755	1,992	2.89	137.0	68	2.01	1.44
	3	1,529	496	3.08	59.5	40	1.49	2.07
	4	135	289	0.47	9.6	54	0.18	2.61
1953	1	2,197	755	2.91	123.3	74	1.67	1.74
	2	6,054	1,856	3.26	226.7	77	2.94	1.11
	3	3,039	799	3.80	129.6	41	3.16	1.20
	4	314	95	3.31	47.4	17	2.79	1.19
1954	1	1,789	1,433	1.25	142.3	52	2.74	0.46
	2	4,258	2,097	2.03	167.8	96	1.75	1.16
	3	1,099	548	2.01	33.1	26	1.27	1.58
	4	111	80	1.39	15.6	12	1.30	1.07
1955	1	2,218	1,354	1.64	51.1	59	0.87	1.89
	2	8,909	1,777	5.01	78.0	38	2.05	2.44
	3	997	226	4.41	82.0	20	4.10	1.08
	4	556	101	5.50	9.0	5	1.80	3.06
1956	1	9,083	1,190	7.63	76.7	33	2.32	3.29
	2	7,581	1,729	4.38	125.7	51	2.46	1.78
	3	1,578	528	2.99	63.0	33	1.91	1.57
	4	1,184	551	2.15	18.9	37	0.51	4.22
1957	1	5,267	1,313	4.01	83.0	63	1.32	3.04
	2	7,929	1,427	5.56	132.3	35	3.78	1.47
	3	893	311	2.87	43.6	23	1.90	1.51
	4	961	283	3.40	8.2	13	0.63	5.40
1958	1	5,491	1,108	4.96	154.4	63	2.45	2.02
	2	11,760	1,565	7.51	162.7	42	3.87	1.94
	3	2,056	294	6.99	90.6	24	3.78	1.85
	4	572	176	3.25	35.8	20	1.79	1.82
1959	1	11,282	872	12.94	315.6	33	9.56	1.35
	2	6,892	980	7.03	203.8	40	5.10	1.38
	3	2,995	1,104	2.71	122.5	60	2.04	1.33
	4	6,873	1,065	6.45	341.8	79	4.33	1.49
1960	1	24,736	2,154	11.48	627.5	79	7.94	1.45
	2	26,419	2,929	9.02	903.5	122	7.41	1.22
	3	12,152	2,531	4.80	349.0	109	3.20	1.50
	4	20,653	2,890	7.15	381.4	107	3.56	2.01
1961	1	39,917	4,020	9.93	809.4	125	6.48	1.53
	2	24,940	5,365	4.65	663.7	202	3.29	1.41
	3	10,400	4,107	2.53	303.7	181	1.68	1.51
	4	14,045	5,022	2.80	297.4	192	1.55	1.81

\* c./s.d.f. = catch per standard day's fishing.

\* c./d.e.p. = captura por días estandar de pesca.

**TABLE 2.** Baitboats: Quarterly values of *yellowfin* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas and summation of c./s.d.f. for *all* exploited one-degree areas.

**TABLA 2.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	2,844	890	3.20	189.5	95	1.99	1.61
	2	19,564	5,651	3.46	707.2	183	3.86	0.90
	3	29,794	3,740	7.97	565.4	151	3.74	2.13
	4	9,704	1,635	5.94	305.2	119	2.56	2.32
1952	1	13,907	4,786	2.90	390.8	176	2.22	1.31
	2	17,848	5,899	3.02	413.3	201	2.06	1.47
	3	18,287	5,707	3.20	295.2	168	1.76	1.82
	4	10,544	4,880	2.16	180.2	168	1.07	2.02
1953	1	8,087	4,364	1.85	230.5	197	1.17	1.58
	2	17,230	6,151	2.80	380.9	215	1.77	1.58
	3	7,163	5,366	1.33	184.7	203	0.91	1.46
	4	7,976	4,970	1.60	265.1	253	1.05	1.52
1954	1	11,746	3,624	3.24	280.1	260	1.08	3.00
	2	14,879	5,439	2.74	329.4	208	1.58	1.73
	3	11,180	5,054	2.21	273.5	169	1.62	1.36
	4	8,211	3,102	2.65	230.0	172	1.34	1.98
1955	1	10,786	3,832	2.81	457.1	188	2.43	1.16
	2	13,265	2,722	4.87	516.7	157	3.29	1.48
	3	14,839	3,361	4.42	383.0	181	2.12	2.08
	4	10,042	1,904	5.27	302.3	139	2.17	2.43
1956	1	17,997	4,854	3.71	479.7	201	2.39	1.55
	2	15,898	4,093	3.88	449.8	193	2.33	1.67
	3	10,128	3,790	2.67	370.1	206	1.80	1.48
	4	9,485	3,528	2.69	331.4	179	1.85	1.45
1957	1	15,699	4,218	3.72	427.4	190	2.25	1.65
	2	17,741	5,202	3.41	527.3	228	2.31	1.48
	3	9,341	4,023	2.32	262.8	206	1.28	1.81
	4	11,066	3,989	2.77	320.2	231	1.39	1.99
1958	1	8,541	4,296	1.99	313.9	268	1.17	1.70
	2	14,711	5,203	2.83	355.3	219	1.62	1.75
	3	8,489	4,080	2.08	235.9	175	1.35	1.54
	4	12,872	4,742	2.71	406.9	176	2.31	1.17
1959	1	7,475	3,153	2.37	426.1	198	2.15	1.10
	2	7,921	2,653	2.99	456.2	195	2.34	1.28
	3	4,987	1,948	2.56	238.6	102	2.34	1.09
	4	7,093	3,262	2.17	336.4	211	1.59	1.36
1960	1	8,544	2,308	3.70	473.7	198	2.39	1.55
	2	7,378	1,636	4.51	426.6	158	2.70	1.67
	3	4,566	1,240	3.68	289.1	125	2.31	1.59
	4	3,231	1,030	3.14	223.6	126	1.77	1.77
1961	1	3,303	1,040	3.18	257.0	152	1.69	1.88
	2	4,450	1,031	4.32	234.7	112	2.10	2.06
	3	2,929	1,024	2.86	175.8	109	1.61	1.78
	4	3,348	830	4.03	151.4	67	2.26	1.78

**TABLE 3.** Purse-Seiners: Quarterly values of *skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas, and summation of c./s.d.f. for *all* exploited one-degree areas.

**TABLA 3.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *barrilete*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	546	373	1.46	54.3	31	1.75	0.83
	2	774	525	1.47	44.6	50	0.89	1.65
	3	339	102	3.32	18.2	14	1.30	2.55
	4	237	120	1.98	18.7	25	0.75	2.64
1952	1	959	849	1.13	100.1	61	1.64	0.69
	2	795	1,992	0.40	14.3	68	0.21	1.90
	3	751	496	1.51	15.5	40	0.39	3.87
	4	254	289	0.88	19.2	54	0.36	2.44
1953	1	987	755	1.31	74.0	74	1.00	1.31
	2	800	1,856	0.43	66.9	77	0.87	0.49
	3	590	799	0.74	24.1	41	0.59	1.25
	4	369	95	3.88	28.9	17	1.70	2.28
1954	1	4,211	1,433	2.94	76.1	52	1.46	2.01
	2	2,741	2,097	1.31	96.3	96	1.00	1.31
	3	933	548	1.70	38.3	26	1.47	1.16
	4	482	80	6.03	21.8	12	1.82	3.31
1955	1	3,986	1,354	2.94	97.4	59	1.65	1.78
	2	419	1,777	0.24	28.6	38	0.75	0.32
	3	119	226	0.53	10.8	20	0.54	0.98
	4	12	101	0.12	0.3	5	0.06	2.00
1956	1	1,449	1,190	1.22	44.8	33	1.36	0.90
	2	652	1,729	0.38	3.9	51	0.08	4.75
	3	188	528	0.36	7.1	33	0.22	1.64
	4	268	551	0.49	13.9	37	0.38	1.29
1957	1	851	1,313	0.65	94.8	63	1.50	0.43
	2	280	1,427	0.20	22.9	35	0.65	0.31
	3	566	311	1.82	20.5	23	0.89	2.04
	4	15	283	0.05	4.1	13	0.32	0.16
1958	1	296	1,108	0.27	14.0	63	0.22	1.23
	2	905	1,565	0.58	83.2	42	1.98	0.29
	3	1,450	294	4.93	89.5	24	3.73	1.32
	4	578	176	3.28	31.0	20	1.55	2.12
1959	1	28	872	0.03	0.4	33	0.01	3.00
	2	865	980	0.88	84.0	40	2.10	0.42
	3	7,915	1,104	7.17	171.3	60	2.86	2.51
	4	477	1,065	0.45	50.6	79	0.64	0.70
1960	1	629	2,154	0.29	98.5	79	1.25	0.23
	2	2,814	2,929	0.96	211.7	122	1.74	0.55
	3	4,409	2,531	1.60	146.0	109	1.34	1.19
	4	973	2,890	0.34	17.6	107	0.16	2.13
1961	1	395	4,020	0.10	77.0	125	0.62	0.16
	2	11,874	5,365	2.21	282.0	202	1.40	1.58
	3	8,982	4,107	2.19	158.8	181	0.88	2.49
	4	12,183	5,022	2.43	150.8	192	0.79	3.08

**TABLE 4.** Baitboats: Quarterly values of *Skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas, and summation of c./s.d.f. for *all* exploited one-degree areas.

**TABLA 4.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *barrilete*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	2,585	890	2.90	117.0	95	1.23	2.36
	2	17,473	5,651	3.09	345.2	133	1.89	1.63
	3	7,986	3,740	2.14	268.2	151	1.78	1.20
	4	889	1,635	0.54	92.1	119	0.77	0.70
1952	1	2,560	4,786	0.53	68.7	176	0.39	1.36
	2	6,429	5,899	1.09	192.1	201	0.96	1.14
	3	12,816	5,707	2.24	336.3	168	2.00	1.12
	4	12,779	4,880	2.62	191.7	168	1.14	2.30
1953	1	3,737	4,364	0.86	124.1	197	0.63	1.37
	2	11,529	6,151	1.87	267.9	215	1.26	1.48
	3	15,961	5,366	2.97	345.7	203	1.70	1.75
	4	15,671	4,970	3.15	399.1	253	1.58	1.99
1954	1	8,849	3,624	2.44	297.5	260	1.14	2.15
	2	15,705	5,439	2.89	352.6	208	1.70	1.70
	3	19,729	5,054	3.91	334.3	169	1.98	1.97
	4	18,398	3,102	5.93	245.9	172	1.43	4.15
1955	1	7,985	3,832	2.08	218.0	188	1.16	1.79
	2	6,259	2,722	2.30	232.1	157	1.48	1.55
	3	14,762	3,361	4.39	386.9	181	2.14	2.05
	4	7,834	1,904	4.11	265.9	139	1.91	2.15
1956	1	11,421	4,854	2.35	335.1	201	1.67	1.41
	2	12,518	4,093	3.06	421.1	193	2.18	1.40
	3	17,535	3,790	4.63	461.8	206	2.24	2.07
	4	14,184	3,528	4.02	332.7	179	1.86	2.16
1957	1	3,770	4,218	0.89	159.0	190	0.84	1.06
	2	14,853	5,202	2.86	347.2	228	1.52	1.88
	3	12,974	4,023	3.22	249.0	206	1.21	2.66
	4	12,891	3,989	3.23	198.1	231	0.86	3.76
1958	1	11,671	4,296	2.72	277.5	268	1.04	2.62
	2	17,058	5,203	3.28	240.6	219	1.10	2.98
	3	19,167	4,080	4.70	256.7	175	1.47	3.20
	4	13,928	4,742	2.94	218.4	176	1.24	2.37
1959	1	14,493	3,153	4.60	199.7	198	1.01	4.55
	2	20,028	2,653	7.55	289.2	195	1.48	5.10
	3	14,430	1,948	7.41	220.3	102	2.16	3.43
	4	8,087	3,262	2.48	202.3	211	0.96	2.58
1960	1	6,292	2,308	2.73	243.6	198	1.23	2.22
	2	5,891	1,636	3.60	237.0	158	1.50	2.40
	3	5,068	1,240	4.09	228.9	125	1.83	2.23
	4	2,436	1,030	2.37	96.6	126	0.77	3.08
1961	1	1,834	1,040	1.76	146.5	152	0.96	1.83
	2	5,156	1,031	5.00	238.0	112	2.12	2.36
	3	3,989	1,024	3.90	213.3	109	1.96	1.99
	4	3,613	830	4.35	131.9	67	1.97	2.21

**TABLE 5.** Purse-seiners: Quarterly values of *combined yellowfin and skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas and summation of c./s.d.f. for *all* exploited one-degree areas.  
**TABLA 5.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla y el barrilete combinados*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	1,079	373	2.89	111.0	31	3.58	0.81
	2	1,991	525	3.79	134.1	50	2.68	1.41
	3	433	102	4.25	28.1	14	2.01	2.11
	4	390	120	3.25	53.7	25	2.15	1.51
1952	1	5,620	849	6.62	288.6	61	4.73	1.40
	2	6,551	1,992	3.29	151.3	68	2.23	1.48
	3	2,280	496	4.60	75.0	40	1.88	2.45
	4	389	289	1.35	28.7	54	0.53	2.55
1953	1	3,184	755	4.22	197.3	74	2.67	1.58
	2	6,854	1,856	3.69	293.6	77	3.81	0.97
	3	3,629	799	4.54	153.5	41	3.74	1.21
	4	683	95	7.19	76.4	17	4.49	1.60
1954	1	6,000	1,433	4.19	218.4	52	4.20	1.00
	2	7,000	2,097	3.34	264.1	96	2.75	1.21
	3	2,032	548	3.71	71.4	26	2.75	1.35
	4	593	80	7.41	37.3	12	3.11	2.38
1955	1	6,203	1,354	4.58	148.5	59	2.52	1.82
	2	9,329	1,777	5.25	106.5	38	2.80	1.88
	3	1,116	226	4.94	92.9	20	4.65	1.06
	4	568	101	5.62	9.2	5	1.84	3.05
1956	1	10,532	1,190	8.85	121.6	33	3.68	2.40
	2	8,233	1,729	4.76	129.6	51	2.54	1.87
	3	1,766	528	3.34	70.1	33	2.12	1.58
	4	1,452	551	2.64	32.8	37	0.89	2.97
1957	1	6,118	1,313	4.66	177.9	63	2.82	1.65
	2	8,210	1,427	5.75	155.2	35	4.43	1.30
	3	1,459	311	4.69	64.1	23	2.79	1.68
	4	976	283	3.45	12.4	13	0.95	3.63
1958	1	5,786	1,108	5.22	168.4	63	2.67	1.96
	2	12,665	1,565	8.09	245.4	42	5.85	1.38
	3	3,506	294	11.93	180.2	24	7.51	1.59
	4	1,151	176	6.54	66.8	20	3.34	1.96
1959	1	11,309	872	12.97	316.0	33	9.58	1.35
	2	7,757	980	7.92	287.8	40	7.20	1.10
	3	10,910	1,104	9.88	293.7	60	4.90	2.02
	4	7,350	1,065	6.90	392.4	79	4.97	1.39
1960	1	25,365	2,154	11.78	726.0	79	9.19	1.28
	2	29,233	2,929	9.98	1,115.2	122	9.14	1.09
	3	16,561	2,531	6.54	495.1	109	4.54	1.44
	4	21,626	2,890	7.48	399.0	107	3.73	2.01
1961	1	40,312	4,020	10.03	886.4	125	7.09	1.41
	2	36,813	5,365	6.86	945.7	202	4.68	1.47
	3	19,382	4,107	4.72	462.6	181	2.56	1.84
	4	26,228	5,022	5.22	448.1	192	2.33	2.24

**TABLE 6.** Baitboats: Quarterly values of *combined yellowfin and skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, exploited one-degree areas, and summation of c./s.d.f. for *all* exploited one-degree areas.

**TABLA 6.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla y el barrilete combinados*, captura registrada, días estandarizados de pesca, áreas explotadas de un grado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a *todas* las áreas explotadas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	5,429	890	6.10	306.5	95	3.23	1.89
	2	37,037	5,651	6.55	1,052.4	183	5.75	1.14
	3	37,780	3,740	10.10	833.6	151	5.52	1.83
	4	10,593	1,635	6.48	397.3	119	3.34	1.94
1952	1	16,467	4,786	3.44	459.5	176	2.61	1.32
	2	24,277	5,899	4.12	604.4	201	3.01	1.37
	3	31,103	5,707	5.45	631.5	168	3.76	1.45
	4	23,323	4,880	4.78	371.9	168	2.21	2.16
1953	1	11,824	4,364	2.71	354.6	197	1.80	1.51
	2	28,759	6,151	4.68	648.8	215	3.02	1.55
	3	23,124	5,366	4.31	530.4	203	2.61	1.65
	4	23,647	4,970	4.76	664.2	253	2.63	1.81
1954	1	20,595	3,624	5.68	577.6	260	2.22	2.56
	2	30,584	5,439	5.62	682.0	208	3.28	1.71
	3	30,909	5,054	6.12	607.8	169	3.60	1.70
	4	26,609	3,102	8.58	475.9	172	2.77	3.10
1955	1	18,771	3,832	4.90	675.1	188	3.59	1.36
	2	19,524	2,722	7.17	748.8	157	4.77	1.50
	3	29,601	3,361	8.81	769.9	181	4.25	2.07
	4	17,876	1,904	9.39	568.2	139	4.09	2.30
1956	1	29,418	4,854	6.06	814.8	201	4.05	1.50
	2	28,416	4,093	6.94	870.9	193	4.51	1.54
	3	27,663	3,790	7.30	831.9	206	4.04	1.81
	4	23,669	3,528	6.71	664.1	179	3.71	1.81
1957	1	19,469	4,218	4.62	586.4	190	3.09	1.50
	2	32,594	5,202	6.27	874.5	228	3.84	1.63
	3	22,315	4,023	5.55	511.8	206	2.48	2.24
	4	23,957	3,989	6.01	518.3	231	2.24	2.68
1958	1	20,212	4,296	4.70	591.4	268	2.21	2.13
	2	31,769	5,203	6.11	595.9	219	2.72	2.25
	3	27,656	4,080	6.78	492.6	175	2.81	2.41
	4	26,800	4,742	5.65	625.3	176	3.55	1.59
1959	1	21,968	3,153	6.97	627.6	198	3.17	2.20
	2	27,949	2,653	10.53	745.8	195	3.82	2.76
	3	19,417	1,948	9.97	459.5	102	4.50	2.22
	4	15,179	3,262	4.65	538.9	211	2.55	1.82
1960	1	14,836	2,308	6.43	717.9	198	3.63	1.77
	2	13,270	1,636	8.11	663.6	158	4.20	1.93
	3	9,634	1,240	7.77	518.0	125	4.14	1.88
	4	5,667	1,030	5.50	320.1	126	2.54	2.17
1961	1	5,137	1,040	4.94	403.4	152	2.65	1.86
	2	9,606	1,031	9.32	472.7	112	4.22	2.21
	3	6,917	1,024	6.75	389.1	109	3.57	1.89
	4	6,961	830	8.39	283.3	67	4.23	1.98

**TABLE 7.** Purse-seiners: Quarterly values of *yellowfin* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-days-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 7.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla*, captura registrada, días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado, y suma de la c./d.e.p. de estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	514	330	1.56	49.9	13	3.84	0.41
	2	1,140	473	2.41	51.3	21	2.44	0.99
	3	63	84	0.75	2.1	5	0.42	1.79
	4	124	78	1.59	13.8	7	1.97	0.81
1952	1	4,558	776	5.87	128.9	27	4.77	1.23
	2	5,667	1,916	2.96	75.6	29	2.61	1.13
	3	1,511	438	3.45	46.8	13	3.60	0.96
	4	122	188	0.65	5.5	13	0.42	1.55
1953	1	2,048	677	3.03	64.4	24	2.68	1.13
	2	5,830	1,770	3.29	89.2	27	3.30	1.00
	3	2,947	755	3.90	101.9	18	5.66	0.69
	4	253	80	3.16	26.1	6	4.35	0.73
1954	1	1,654	1,384	1.20	53.1	26	2.04	0.59
	2	4,111	1,997	2.06	92.0	50	1.84	1.12
	3	1,088	530	2.05	25.1	17	1.48	1.39
	4	111	63	1.76	15.6	5	3.12	0.56
1955	1	2,206	1,288	1.71	48.1	27	1.78	0.96
	2	8,858	1,740	5.09	58.7	17	3.45	1.48
	3	869	204	4.26	41.3	11	3.75	1.14
	4	556	94	5.91	9.0	3	3.00	1.97
1956	1	9,077	1,165	7.79	74.6	15	4.97	1.57
	2	7,364	1,667	4.42	68.0	21	3.24	1.36
	3	1,513	485	3.12	47.7	15	3.18	0.98
	4	1,176	499	2.36	11.5	13	0.88	2.68
1957	1	5,225	1,255	4.16	71.2	17	4.19	0.99
	2	7,872	1,404	5.61	105.3	23	4.58	1.22
	3	836	308	2.71	29.8	16	1.86	1.46
	4	960	265	3.62	7.6	5	1.52	2.38
1958	1	5,391	1,037	5.20	113.6	23	4.94	1.05
	2	11,674	1,524	7.66	123.3	22	5.60	1.37
	3	1,966	274	7.18	60.0	14	4.29	1.67
	4	540	149	3.62	26.6	7	3.80	0.95
1959	1	11,098	842	13.18	167.4	19	8.81	1.50
	2	6,710	941	7.13	131.0	17	7.71	0.92
	3	2,795	1,017	2.75	65.0	16	4.06	0.68
	4	6,498	961	6.76	218.9	35	6.25	1.08
1960	1	24,279	2,069	11.73	495.0	43	11.51	1.02
	2	25,816	2,806	9.20	644.4	72	8.95	1.03
	3	11,775	2,380	4.95	244.7	61	4.01	1.23
	4	20,427	2,758	7.41	294.0	56	5.25	1.41
1961	1	38,629	3,853	10.03	464.9	59	7.88	1.27
	2	24,436	5,113	4.78	507.7	116	4.38	1.09
	3	10,038	3,872	2.59	179.8	92	1.95	1.33
	4	13,830	4,801	2.88	233.2	100	2.33	1.24

**TABLE 8.** Baitboats: Quarterly values of *yellowfin* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-day's-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 8.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla*, captura registrada, días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado, y suma de la c./d.e.p. de estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	2,611	792	3.30	129.2	39	3.31	1.00
	2	19,200	5,533	3.47	518.1	125	4.14	0.84
	3	29,365	3,625	8.10	336.7	75	4.49	1.80
	4	9,449	1,512	6.25	168.2	41	4.10	1.52
1952	1	13,656	4,656	2.93	249.6	104	2.40	1.22
	2	17,675	5,755	3.07	340.7	127	2.68	1.15
	3	17,680	5,529	3.20	199.5	84	2.38	1.34
	4	10,461	4,714	2.22	125.7	80	1.57	1.41
1953	1	7,967	4,174	1.91	167.8	105	1.60	1.19
	2	17,322	5,951	2.91	314.5	131	2.40	1.21
	3	7,065	5,163	1.37	136.0	101	1.35	1.01
	4	7,501	4,705	1.59	132.7	108	1.23	1.29
1954	1	11,577	3,370	3.44	173.1	119	1.45	2.37
	2	14,722	5,275	2.79	256.8	123	2.09	1.33
	3	11,013	4,912	2.24	209.7	87	2.41	0.93
	4	8,051	2,938	2.74	140.2	67	2.09	1.31
1955	1	10,542	3,697	2.85	276.2	102	2.71	1.05
	2	12,983	2,621	4.95	376.6	85	4.43	1.12
	3	14,587	3,197	4.56	268.0	81	3.31	1.38
	4	9,803	1,753	5.59	195.3	49	3.99	1.40
1956	1	17,821	4,717	3.78	411.5	127	3.24	1.17
	2	15,640	3,949	3.96	336.9	113	2.98	1.33
	3	9,887	3,617	2.73	255.1	110	2.32	1.18
	4	9,293	3,365	2.76	242.7	94	2.58	1.07
1957	1	15,555	4,091	3.80	356.3	114	3.13	1.21
	2	17,432	5,052	3.45	406.2	145	2.80	1.23
	3	9,141	3,815	2.40	194.2	105	1.85	1.30
	4	10,820	3,734	2.90	211.9	92	2.30	1.26
1958	1	8,346	4,033	2.07	221.5	135	1.64	1.26
	2	14,490	4,971	2.91	270.3	103	2.62	1.11
	3	8,302	3,889	2.13	145.2	63	2.30	0.93
	4	12,428	4,536	2.74	214.2	80	2.68	1.02
1959	1	7,098	2,954	2.40	302.9	106	2.86	0.84
	2	7,621	2,475	3.08	284.8	84	3.39	0.91
	3	4,739	1,852	2.56	121.6	39	3.12	0.82
	4	6,777	3,029	2.24	228.1	88	2.59	0.86
1960	1	8,193	2,100	3.90	324.8	94	3.46	1.13
	2	7,047	1,471	4.79	261.5	67	3.90	1.23
	3	4,219	1,071	3.94	159.9	45	3.55	1.11
	4	2,931	859	3.41	93.8	35	2.68	1.27
1961	1	3,089	862	3.58	168.8	60	2.81	1.27
	2	4,228	907	4.66	104.3	35	2.98	1.56
	3	2,778	896	3.10	107.3	36	2.98	1.04
	4	3,207	742	4.32	85.5	21	4.07	1.06

**TABLE 9.** Purse-seiners: Quarterly values of *skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-day's-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 9.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *barrilete*, captura registrada, días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	494	330	1.50	11.7	13	0.90	1.67
	2	758	473	1.60	39.7	21	1.89	0.85
	3	339	84	4.04	18.2	5	3.64	1.11
	4	226	78	2.90	16.0	7	2.29	1.27
1952	1	855	776	1.10	48.5	27	1.80	0.61
	2	715	1,916	0.37	13.8	29	0.48	0.77
	3	747	438	1.71	13.9	13	1.07	1.60
	4	218	188	1.16	9.7	13	0.75	1.55
1953	1	876	677	1.29	23.4	24	0.98	1.32
	2	773	1,770	0.44	50.8	27	1.88	0.23
	3	550	755	0.73	13.5	18	0.75	0.97
	4	363	80	4.54	26.8	6	4.47	1.02
1954	1	4,210	1,384	3.04	75.6	26	2.91	1.04
	2	2,630	1,997	1.32	62.1	50	1.24	1.06
	3	921	530	1.74	26.3	17	1.55	1.12
	4	482	63	7.65	21.8	5	4.36	1.75
1955	1	3,823	1,288	2.97	35.4	27	1.31	2.27
	2	419	1,740	0.24	28.6	17	1.68	0.14
	3	106	204	0.52	2.7	11	0.25	2.08
	4	12	94	0.13	0.3	3	0.10	1.30
1956	1	1,442	1,165	1.24	42.4	15	2.83	0.44
	2	645	1,667	0.39	2.3	21	0.11	3.55
	3	176	485	0.36	5.6	15	0.37	0.97
	4	263	499	0.53	11.6	13	0.89	0.60
1957	1	776	1,255	0.62	19.8	17	1.16	0.53
	2	277	1,404	0.20	21.9	23	0.95	0.21
	3	553	308	1.80	17.1	16	1.07	1.68
	4	9	265	0.03	1.1	5	0.22	0.14
1958	1	278	1,037	0.27	6.7	23	0.29	0.93
	2	889	1,524	0.58	76.6	22	3.48	0.17
	3	1,373	274	5.01	69.3	14	4.95	1.01
	4	539	149	3.62	18.1	7	2.59	1.40
1959	1	28	842	0.03	0.4	19	0.02	1.50
	2	860	941	0.91	79.0	17	4.65	0.20
	3	7,880	1,017	7.75	112.9	16	7.06	1.10
	4	376	961	0.39	22.2	35	0.63	0.62
1960	1	369	2,069	0.18	35.1	43	0.82	0.22
	2	2,567	2,806	0.91	153.8	72	2.14	0.43
	3	4,247	2,380	1.78	88.2	61	1.45	1.23
	4	966	2,758	0.35	14.3	56	0.26	1.35
1961	1	165	3,853	0.04	4.3	59	0.07	0.57
	2	11,677	5,113	2.28	158.8	116	1.37	1.66
	3	8,935	3,872	2.31	144.2	92	1.57	1.47
	4	12,103	4,801	2.52	128.5	100	1.28	1.97

**TABLE 10.** Baitboats: Quarterly values of *skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-day's-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 10.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *barrilete*, captura registrada, días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado y suma de la c./d.e.p. correspondiente a estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	2,508	792	3.17	78.8	39	2.02	1.57
	2	17,332	5,533	3.13	260.1	125	2.08	1.50
	3	7,865	3,625	2.17	194.3	75	2.59	0.84
	4	875	1,512	0.58	45.7	41	1.11	0.52
1952	1	2,545	4,656	0.55	61.6	104	0.59	0.93
	2	6,371	5,755	1.11	140.8	127	1.11	1.00
	3	12,369	5,529	2.24	203.0	84	2.42	0.93
	4	12,580	4,714	2.67	126.3	80	1.58	1.69
1953	1	3,601	4,174	0.86	64.2	105	0.61	1.41
	2	11,506	5,951	1.93	211.7	131	1.62	1.19
	3	15,893	5,183	3.08	257.9	101	2.55	1.21
	4	15,149	4,705	3.22	220.0	108	2.04	1.58
1954	1	8,642	3,370	2.56	192.3	119	1.62	1.58
	2	15,554	5,275	2.95	276.5	123	2.25	1.31
	3	19,657	4,912	4.00	271.9	87	3.13	1.28
	4	18,211	2,938	6.20	175.1	67	2.61	2.38
1955	1	7,906	3,697	2.14	162.2	102	1.59	1.35
	2	6,100	2,621	2.33	146.5	85	1.72	1.35
	3	14,576	3,197	4.56	236.2	81	2.92	1.56
	4	7,636	1,753	4.36	183.0	49	3.73	1.17
1956	1	11,223	4,717	2.38	231.1	127	1.82	1.31
	2	12,307	3,949	3.12	318.8	113	2.82	1.11
	3	17,219	3,617	4.76	335.6	110	3.05	1.56
	4	14,097	3,365	4.19	267.4	94	2.84	1.48
1957	1	3,680	4,091	0.90	117.3	114	1.03	0.87
	2	14,780	5,052	2.93	292.9	145	2.02	1.45
	3	12,846	3,815	3.37	202.9	105	1.93	1.75
	4	12,827	3,734	3.43	167.2	92	1.82	1.88
1958	1	11,474	4,033	2.85	157.9	135	1.17	2.44
	2	15,820	4,971	3.18	187.2	103	1.82	1.75
	3	18,868	3,889	4.85	178.8	63	2.84	1.71
	4	14,994	4,536	3.31	175.9	80	2.20	1.50
1959	1	14,356	2,954	4.86	153.9	106	1.45	3.35
	2	19,812	2,475	8.00	178.9	84	2.13	3.76
	3	14,362	1,852	7.75	192.0	39	4.92	1.58
	4	7,947	3,029	2.62	118.3	88	1.34	1.96
1960	1	6,069	2,100	2.89	141.0	94	1.50	1.93
	2	5,761	1,471	3.92	167.8	67	2.50	1.57
	3	4,828	1,071	4.51	155.6	45	3.46	1.30
	4	2,384	859	2.78	73.4	35	2.10	1.32
1961	1	1,723	862	2.00	79.4	60	1.32	1.53
	2	4,993	907	5.50	153.2	35	4.38	1.26
	3	3,760	896	4.20	113.1	36	3.14	1.34
	4	3,416	742	4.60	82.4	21	3.92	1.17

**TABLE 11.** Purse-seiners: Quarterly values of *combined yellowfin and skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-day's-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 11.** Barcos rederos: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla y el barrilete combinados*, pesca registrada días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado y suma de la c./d.e.p. de estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	1,008	330	3.05	61.6	13	4.74	0.64
	2	1,898	473	4.01	91.0	21	4.33	0.93
	3	402	84	4.79	20.3	5	4.06	1.19
	4	351	78	4.50	29.8	7	4.26	1.06
1952	1	5,413	776	6.98	177.3	27	6.57	1.06
	2	6,382	1,916	3.33	89.3	29	3.08	1.08
	3	2,258	438	5.16	60.7	13	4.67	1.10
	4	340	188	1.81	15.3	13	1.18	1.53
1953	1	2,924	677	4.32	87.8	24	3.66	1.18
	2	6,603	1,770	3.73	140.0	27	5.19	0.72
	3	3,497	755	4.63	115.4	18	6.41	0.72
	4	616	80	7.70	53.0	6	8.83	0.87
1954	1	5,864	1,384	4.24	128.7	26	4.95	0.86
	2	6,740	1,997	3.38	154.1	50	3.08	1.10
	3	2,009	530	3.79	51.4	17	3.02	1.25
	4	593	63	9.41	37.3	5	7.46	1.26
1955	1	6,029	1,288	4.68	83.6	27	3.10	1.51
	2	9,278	1,740	5.33	87.3	17	5.14	1.04
	3	975	204	4.78	44.0	11	4.00	1.20
	4	568	94	6.04	9.2	3	3.07	1.97
1956	1	10,519	1,165	9.03	117.0	15	7.80	1.16
	2	8,009	1,667	4.80	70.3	21	3.35	1.43
	3	1,689	485	3.48	53.3	15	3.55	0.98
	4	1,439	499	2.88	23.1	13	1.78	1.62
1957	1	6,001	1,255	4.78	91.1	17	5.36	0.89
	2	8,150	1,404	5.80	127.2	23	5.53	1.05
	3	1,389	308	4.51	46.9	16	2.93	1.54
	4	969	265	3.66	8.7	5	1.74	2.10
1958	1	5,669	1,037	5.47	120.3	23	5.23	1.05
	2	12,563	1,524	8.24	199.9	22	9.09	0.91
	3	3,339	274	12.19	129.3	14	9.24	1.32
	4	1,080	149	7.25	44.7	7	6.39	1.13
1959	1	11,098	842	13.18	167.8	19	8.83	1.49
	2	7,570	941	8.04	210.0	17	12.35	0.65
	3	10,675	1,017	10.50	178.0	16	11.13	0.94
	4	6,875	961	7.15	241.0	35	6.89	1.04
1960	1	24,648	2,069	11.91	530.2	43	12.33	0.97
	2	28,383	2,806	10.12	798.2	72	11.09	0.91
	3	16,022	2,380	6.73	332.9	61	5.46	1.23
	4	21,393	2,758	7.76	308.4	56	5.51	1.41
1961	1	38,794	3,853	10.07	469.3	59	7.95	1.27
	2	36,112	5,113	7.06	666.5	116	5.75	1.23
	3	18,973	3,872	4.90	324.0	92	3.52	1.39
	4	25,933	4,801	5.40	361.8	100	3.62	1.49

**TABLE 12.** Baitboats: Quarterly values of *combined yellowfin and skipjack* indices of density and concentration, logged catch, standardized-day's-fishing, number of one-degree areas which received five or more logged-day's-effort and summation of c./s.d.f. for these one-degree areas.

**TABLA 12.** Barcos de carnada: Valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del *atún aleta amarilla y el barrilete combinados*, captura registrada, días estandarizados de pesca, número de áreas de un grado que recibieron cinco o más días de esfuerzo registrado y suma de la c./d.e.p. de estas áreas de un grado.

Year	Quarter	Catch (Tons)	Effort (S.D.F.)	Unweighted index of Density	Sum c./s.d.f. all exploited 1° areas	Number of exploited 1° areas	Weighted Index of Density	Concentration Index
Año	Trimestre	Pesca (ton.)	Esfuerzo (E.D.P.)	Índice de Densidad no Ponderado	Suma c./d.e.p. todas las áreas explotadas de 1°	Número de áreas expl. de 1°	Índice de densidad Ponderado	Índice de Concentración
1951	1	5,119	792	6.46	208.0	39	5.33	1.21
	2	36,532	5,533	6.60	778.2	125	6.23	1.06
	3	37,230	3,625	10.27	531.0	75	7.08	1.45
	4	10,324	1,512	6.83	213.9	41	5.22	1.31
1952	1	16,201	4,656	3.48	311.2	104	2.99	1.16
	2	24,046	5,755	4.18	481.5	127	3.79	1.10
	3	30,049	5,529	5.43	402.5	84	4.79	1.13
	4	23,041	4,714	4.89	252.0	80	3.15	1.55
1953	1	11,568	4,174	2.77	232.0	105	2.21	1.25
	2	28,828	5,951	4.84	526.2	131	4.02	1.20
	3	22,958	5,163	4.45	393.9	101	3.90	1.14
	4	22,650	4,705	4.81	352.7	108	3.27	1.47
1954	1	20,219	3,370	6.00	365.4	119	3.07	1.95
	2	30,276	5,275	5.74	533.3	123	4.34	1.32
	3	30,670	4,912	6.24	481.6	87	5.54	1.13
	4	26,262	2,938	8.94	315.3	67	4.71	1.90
1955	1	18,448	3,697	4.99	438.4	102	4.30	1.16
	2	19,083	2,621	7.28	523.1	85	6.15	1.18
	3	29,163	3,197	9.12	504.2	81	6.22	1.47
	4	17,439	1,753	9.95	378.3	49	7.72	1.29
1956	1	29,044	4,717	6.16	642.6	127	5.06	1.22
	2	27,947	3,949	7.08	655.7	113	5.30	1.22
	3	27,106	3,617	7.49	590.7	110	5.37	1.39
	4	23,390	3,365	6.95	510.1	94	5.43	1.28
1957	1	19,235	4,091	4.70	473.6	114	4.15	1.13
	2	32,212	5,052	6.38	699.1	145	4.82	1.32
	3	21,987	3,815	5.76	397.1	105	3.78	1.52
	4	23,647	3,734	6.33	379.1	92	4.12	1.54
1958	1	19,820	4,033	4.91	379.4	135	2.81	1.75
	2	30,310	4,971	6.10	457.5	103	4.44	1.37
	3	27,170	3,889	6.99	324.0	63	5.14	1.36
	4	27,422	4,536	6.05	390.1	80	4.88	1.24
1959	1	21,455	2,954	7.26	456.8	106	4.31	1.68
	2	27,433	2,475	11.08	464.1	84	5.52	2.01
	3	19,102	1,852	10.31	313.5	39	8.04	1.28
	4	14,724	3,029	4.86	346.4	88	3.94	1.23
1960	1	14,262	2,100	6.79	465.8	94	4.96	1.37
	2	12,808	1,471	8.71	429.3	67	6.41	1.36
	3	9,047	1,071	8.45	315.5	45	7.01	1.21
	4	5,315	859	6.19	167.1	35	4.77	1.30
1961	1	4,812	862	5.58	248.2	60	4.14	1.35
	2	9,220	907	10.17	257.4	35	7.35	1.38
	3	6,538	896	7.30	220.4	36	6.12	1.19
	4	6,623	742	8.93	167.9	21	8.00	1.12

**TABLE 13.** Yellowfin data for seiners: Analysis of covariance of unweighted index of density (Y) on weighted index of density (X) between two time periods; 1951-59 and 1959-61.

**TABLA 13.** Datos del atún aleta amarilla correspondientes a los barcos rederos: Análisis de covariancia del índice de densidad no ponderado (Y) sobre el índice de densidad ponderado (X) entre dos periodos de tiempo; 1951-59 y 1959-61.

Regression and Correlation Data for Two Time Periods Datos de Correlación y Regresión para Dos Periodos de Tiempo								
Sums of Squares & Products—Suma de los cuadrados y Productos					Errors of Estimate — Errores de Estimación			
Time Period Periodo de Tiempo	D.F. G.L.	$\Sigma x^2$	$\Sigma xy$	$\Sigma y^2$	<i>r</i>	<i>b</i>	Sum of Squares Suma de los Cuadrados	D.F. G.L.
51-58	31	32.0681	40.1035	111.1561	0.6717	1.2506	61.0037	30
59-61	11	76.5772	98.8177	134.2077	0.9748	1.2904	6.6901	10
<b>Sum—Suma</b>							67.6938	40
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	42	108.6453	138.9212	245.3638	0.8512	1.2792	67.7298	41
Test of Significance of Difference Between Adjusted Mean <i>y</i> in two Time Periods Prueba de Significancia de la Diferencia entre la Media Ajustada <i>y</i> en dos Periodos de Tiempo								
Source of Variation Fuente de Variación	D.F. G.L.	Errors of Estimate—Errores de Estimación Sum of Squares Suma de los Cuadrados		Mean Square Cuadrado Medio				
Total	42	67.7305			<i>F</i> = 0.0007/1.6519			
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	41	67.7298		1.6519	= 0.0004			
Between adjusted Means Entre la Media ajustada	1	0.0007		0.0007				
Test of Significance Between Regression Coefficients Prueba de Significanción entre los Coeficientes de Regresión								
Source of Variation Fuente de Variación	D.F. G.L.	Errors of Estimate—Errores de Estimación Sum of Squares Suma de los Cuadrados		Mean Square Cuadrado Medio				
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	41	67.7298						
Deviations from individual Period regressions Desviaciones del Periodo individual de regresiones	40	67.6938		1.6923	<i>F</i> = 0.0360/1.6923 = 0.0213			
Between Regression Coefficients Entre Coeficientes de Regresión	1	0.0360		0.0360				

**TABLE 14.** *Combined yellowfin and skipjack* data for Seiners: Analysis of Covariance of unweighted index of density (Y) on weighted index of density (X) between two time periods; 1951-59 and 1959-61.

**TABLA 14.** Datos *combinados del atún aleta amarilla y del barrilete* correspondiente a los barcos rederos: Análisis de covariancia del índice de densidad no ponderado (Y) sobre el índice de densidad ponderado (X), entre dos periodos de tiempo; 1951-59 y 1959-61.

<b>Regression and Correlation Data for Two Time Periods</b> <b>Datos de Correlación y Regresión para Dos Periodos de Tiempo</b>								
<b>Sums of Squares &amp; Products—Suma de los cuadrados y Productos</b>					<b>Errors of Estimate — Errores de Estimación</b>			
<b>Time Period</b> <b>Periodo de</b> <b>Tiempo</b>	<b>D.F.</b> <b>G.L.</b>	$\Sigma x^2$	$\Sigma xy$	$\Sigma y^2$	<i>r</i>	<i>b</i>	<b>Sum of Squares</b> <b>Suma de los Cuadrados</b>	<b>D.F.</b> <b>G.L.</b>
51-58	31	63.2128	70.6313	133.7324	0.7682	1.1174	54.8120	30
59-61	11	71.7165	64.2977	72.4433	0.8920	0.8966	14.7970	10
<b>Sum—Suma</b>							69.6090	40
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	42	134.9293	134.9290	206.1757	0.8090	1.0000	71.2470	41

Test of Significance of Difference Between Adjusted Mean  $\gamma$  in two Time Periods  
Prueba de Significancia de la Diferencia entre la Media Ajustada  $\gamma$  en dos Periodos de Tiempo

<b>Source of Variation</b> <b>Fuente de Variación</b>	<b>Errors of Estimate—Errores de Estimación</b>			<i>F</i>
	<b>D.F.</b> <b>G.L.</b>	<b>Sum of Squares</b> <b>Suma de los Cuadrados</b>	<b>Mean Square</b> <b>Cuadrado Medio</b>	
Total	42	73.7901		<i>F</i> = 2.5431/1.7377
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	41	71.2470	1.7377	= 1.4635
Between Adjusted Means Entre la Media Ajustada	1	2.5431	2.5431	

Test of Significance Between Regression Coefficients  
Prueba de Significancia entre los Coeficientes de Regresión

<b>Source of Variation</b> <b>Fuente de Variación</b>	<b>Errors of Estimate—Errores de Estimación</b>			<i>F</i>
	<b>D.F.</b> <b>G.L.</b>	<b>Sum of Squares</b> <b>Suma de los Cuadrados</b>	<b>Mean Square</b> <b>Cuadrado Medio</b>	
Average within Periods Promedio dentro de los Periodos	41	71.2470		
Deviations from individual Period regressions Desviaciones del Período individual de regresiones	40	69.6090	1.7402	<i>F</i> = 1.6380/1.7402 = 0.9413
Between regression coefficients Entre coeficientes de regresión	1	1.6380	1.6380	

**UN EXAMEN DE LAS FLUCTUACIONES DEL "INDICE DE  
CONCENTRACION" DE LOS BARCOS REDEROS Y DE CARNADA  
EN LA PESQUERIA DE LOS ATUNES TROPICALES EN EL  
PACIFICO ORIENTAL, 1951-1961**

por

**Thomas P. Calkins**

**INTRODUCCION**

En el Océano Pacífico Oriental casi todas las capturas comerciales del atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del barrilete (*Katsuwonus pelamis*) son efectuadas por dos tipos de barcos, los barcos de carnada que emplean la caña y el anzuelo en conjunto con la carnada viva, y los barcos rederos. Desde su comienzo hasta hace poco tiempo (1959), esta pesquería estaba dominada por los barcos de carnada. El método de pesca usado por estos barcos ha sido descrito por Godsil (1938) y por Shimada y Schaefer (1956). De 1951 a 1958, los barcos de carnada pescaron entre el 66.4 y el 90.8 por ciento del atún aleta amarilla y entre el 87.2 y el 95.3 por ciento del barrilete descargados por la flota que tiene su base en California. Estos barcos pescaron atún durante todo el año y cubrieron virtualmente toda el área de California meridional hasta la parte norte de Chile. La pesquería del atún con redes de cerco se originó en las pesquerías de las sardinas de California y otras especies, con redes que se remolcaban circularmente. Scofield (1951) dá una descripción detallada del desarrollo de los métodos y del equipo de pesca. Antes de 1959 muchos de los rederos se dedicaban a otras pesquerías durante los meses del otoño y a principios del invierno y consecuentemente, la mayor parte del esfuerzo de pesca para la producción del atún ocurría en el período febrero-agosto. Las embarcaciones eran bastante pequeñas, con un promedio de aproximadamente 120 toneladas de capacidad para el transporte (Broadhead y Marshall, 1960) en comparación con los barcos de carnada, de los cuales la clase de tamaño más numerosa era de 201 a 300 toneladas. Los rederos estaban naturalmente más restringidos en su radio de acción que los barcos de carnada y la mayor parte de su esfuerzo se limitaba a las localidades del norte.

Durante el período 1959-61, la mayoría de los grandes barcos de carnada fueron convertidos al sistema de pesca con redes de cerco, y se modernizó la flota existente de los rederos. Estos cambios aumentaron el alcance de la flota de los barcos rederos dando como resultado una distribución más amplia y casi más uniforme del esfuerzo espaciado y temporal. En la primera parte del año 1961, la flota de rederos se aproximó al nivel de la preconversión de la flota de clipers, en la cantidad de esfuerzo aplicado y al área comprendida. Los cambios en la pesquería con red y los métodos

de pesca empleados en la flota modernizada, han sido descritos por Orange y Broadhead (1959), Broadhead y Marshall (1960), McNeely (1961) y Broadhead (1962).

El cambio en la importancia relativa de los dos sistemas de pesca está ilustrado por la declinación en la proporción del tonelaje total registrado, como descargado por los barcos de carnada que tienen su base en California, comparado con la proporción desembarcada por los barcos rederos. En 1959 los clipers descargaron el 49.5 por ciento del atún aleta amarilla y el 87.8 por ciento del barrilete. En 1960 estos porcentajes fueron del 22.9 y 74.7 respectivamente, y en 1961 continuó la reducción hasta el 12.6 por ciento del atún aleta amarilla y el 30.0 por ciento del barrilete (Schaefer, 1962).

En *Boletines* anteriores de la Comisión (Griffiths, 1960; Calkins, 1961) las estadísticas de la pesca y el esfuerzo de los clipers se utilizaron para computar dos índices de la densidad de población y un índice de la concentración del esfuerzo de pesca, y se analizaron algo detalladamente las fluctuaciones de estos índices. Debido al cambio en la importancia relativa de los dos sistemas de pesca, es conveniente extender esta investigación para incluir los datos correspondientes a los barcos rederos. Los objetivos del presente estudio son de computar dos índices de la densidad de población y un índice de la concentración del esfuerzo de pesca, y examinar las fluctuaciones en estos índices, antes y después de los cambios en la pesquería. Otro objetivo es de comparar los índices de los barcos rederos, con aquellos de los clipers en los mismos períodos de tiempo.

## METODOS

### Origen y extensión de los datos

Los índices de los que trata el presente estudio fueron computados según la información sobre la captura y el esfuerzo obtenidos de los diarios de pesca que llevan los capitanes de los barcos atuneros comerciales. El sistema de las anotaciones en los diarios de pesca fué comenzado por la Comisión en 1951 para obtener datos exactos y detallados sobre la captura y el esfuerzo en la mayor parte posible de los desembarques del atún tropical procedente del Pacífico del Este. En 1951, el tonelaje registrado, recolectado por la Comisión, constituyó el 61.4 por ciento del tonelaje total del Pacífico del Este. Desde entonces, el porcentaje cubierto ha variado de 74.2 a 82.2, siendo el promedio del período 1951-61, del 76.9 por ciento. El sistema del diario de pesca ha sido descrito detalladamente por Schaefer (1953). La extensión que cubren estas anotaciones de los diarios de pesca para cada uno de los años del período 1951-58, ha sido informado por Alverson (1960).

Las capturas son anotadas por especies en toneladas, con la fecha y lugar de la pesca. Los registros de los tonelajes, han demostrado ser

bastante exactos (Shimada, 1958). Al final de cada viaje, los registros de los diarios de pesca son copiados por miembros del personal de la Comisión. Las capturas son luego asignadas a las áreas de las estadísticas cuya dimensión es de un grado de latitud por un grado de longitud. En la Figura 1 se presenta un mapa que ilustra el sistema estadístico de las áreas. La captura y el esfuerzo de cada año son sumados por la clase de tamaños de los barcos, por meses trimestres del año, y por áreas de un grado y de cinco grados. El esfuerzo, en días de pesca registrado, se estandariza entonces a la eficiencia de una clase de tamaño de barco estándar. Para los barcos rederos, la clase 3 es la estándar (de 101 a 200 toneladas de capacidad para el acarreo de peces). Para los barcos de carnada, la clase 4 ha sido la estándar (de 201 a 300 toneladas). En 1961 hubo un esfuerzo insuficiente de la clase 4 de los barcos de carnada, que proporcionara un estándar racional en este sistema de pesca, por lo que el esfuerzo se estandarizó a la eficiencia media de la clase 4 de los barcos de carnada para el período 1956-1960. Shimada y Schaefer (1956) y Shimada (1958) dan una descripción detallada del proceso de los datos obtenidos en los diarios de pesca y de la estandarización del esfuerzo. Los factores de eficiencia utilizados en la estandarización del esfuerzo de pesca en el período 1951-60, correspondiente a los dos sistemas de pesca, han sido proporcionados por Broadhead (1962).

### Cálculo de los índices

Una vez que los datos del esfuerzo han sido estandarizados, se dispone de la siguiente información con respecto a cada sistema de pesca:

- (1) Captura en toneladas, por especies, en cada área de un grado y en cada área de cinco grados, por mes y por trimestre.
  - (2) Esfuerzo, en días estandarizados de pesca, en cada área de un grado y en cada área de cinco grados, por mes y por trimestre.
- Las divisiones de tiempo y de área usadas en este trabajo son el trimestre y el área de un grado.

Ahora pueden hacerse dos estimaciones globales de la densidad de la población para cada tipo o sistema de pesca, en cada trimestre del año. La primera es simplemente la captura total dividida por el esfuerzo total:

$$\frac{\sum_{i=1}^N y_i}{\sum_{i=1}^N e_i}$$

en donde  $y_i$  es la captura en la  $i^{va}$  área de un grado

$e_i$  es el esfuerzo estandarizado en la  $i^{va}$  área de un grado

$N$  es el número de áreas explotadas de un grado.

Una segunda estimación de la densidad de la población, puede calcularse al sumar la captura por día estandarizado de pesca correspondiente a todas

las áreas explotadas de un grado y al dividir luego por el número de dichas áreas:

$$\frac{\sum_{i=1}^N (y_i/e_i)/N}{N}$$

Usando la terminología de Gulland (1956), Griffiths (1960) se refiere a esta segunda estimación como al *índice ponderado* de la densidad de la población. El término *ponderado* se refiere a que a cada área se le da un peso igual. La primera estimación se refiere como al *índice no ponderado* de la densidad de población.

Si el esfuerzo es mayor en las áreas de un grado en la que c./d.e.p. (captura por días estándar de pesca) es más alto que el promedio, el índice no ponderado será mayor que el índice ponderado. Siendo así, la razón de los dos índices de densidad,

$$\left[ \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{\sum_{i=1}^N e_i} \right] / \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (y_i/e_i)/N}{N} \right]$$

dá una medida del éxito de la flota al concentrarse en las densidades más altas del atún disponible. Si la razón fuera la unidad, indicaría que el esfuerzo estaba siendo aplicado al azar; un valor mayor que la unidad indicaría que la mayor parte del esfuerzo estaba siendo aplicado en densidades de peces más altas que el promedio, y un valor menor que la unidad indicaría que el esfuerzo estaba siendo aplicado en una forma menos ventajosa que al azar. Esta proporción ha sido llamada "índice de concentración del esfuerzo" o "índice de concentración".

Las conclusiones que pueden obtenerse de los índices de densidad y de concentración dependerán, hasta una extensión significativa, de la exactitud con que la c./d.e.p. represente, en promedio, la verdadera densidad en cada área de un grado. Esto, a su vez, dependerá parcialmente de la cantidad de esfuerzo que reciba un área. Cuanto mayor esfuerzo se aplique a un área determinada, tanto mejor será la oportunidad de que éste sea bien distribuido en el tiempo y en el espacio, y de que los factores favorables o desfavorables que influyen en la disponibilidad tiendan a promediarse. Griffiths (1960), adoptó el procedimiento de eliminar de los datos todas las áreas de un grado que han recibido en un trimestre, menos de cinco días de esfuerzo registrado. Los índices se volvieron a calcular con estos datos modificados, y el análisis se continuó con el empleo de ambas series de datos. Este procedimiento ha sido seguido también en el presente informe.

La confiabilidad de los índices estará influenciada también por la totalidad del área de pesca que cubra la flota. La captura por día estandarizado de pesca en unas pocas áreas de un grado no refleja necesariamente la abundancia global en una pesquería que se extiende sobre miles de

millas del océano. Esto no se consideró como un problema serio en el caso de los datos de los barcos de carnada en el periodo 1951-58, porque el total del área abarcada por la pesca fué bastante extensiva en casi todos los trimestres. Sin embargo, el esfuerzo de los barcos rederos, estuvo confinado a un número mucho más limitado de áreas de un grado, hasta mediados de 1960.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores trimestrales de los índices ponderado y no ponderado de densidad y el índice de concentración se muestran en las Tablas 1-6 inclusive. Estas tablas también indican la pesca registrada, el esfuerzo estandarizado, el número de áreas explotadas de un grado y la suma de la c./d.e.p. de todas las áreas explotadas de un grado. Los datos de los barcos rederos y de los barcos de carnada sobre el atún aleta amarilla aparecen en las Tablas 1 y 2 respectivamente. Los datos sobre el barrilete se encuentran en la Tabla 3 (barcos rederos) y en la Tabla 4 (barcos de carnada). Los datos combinados del atún aleta amarilla y del barrilete se encuentran en la Tabla 5 (barcos rederos) y en la Tabla 6 (barcos de carnada). Los datos que fueron modificados al eliminar las áreas de un grado que recibieron en un trimestre menos de cinco días de esfuerzo registrado, se presentan en las Tablas 7 a 12 inclusive.

### **Cambios en la distribución y en la cantidad del esfuerzo de los barcos rederos**

En la Figura 2 se presentan gráficamente los valores trimestrales de los días estandarizados de pesca y el número de áreas explotadas de un grado, correspondientes a los barcos rederos y a los barcos de carnada, de 1951 a 1961. Los valores numéricos del esfuerzo en días estandarizados de los barcos rederos y de los clipers, no son directamente comparables, porque han sido estandarizados independientemente. El gráfico sirve, sin embargo, para ilustrar las fluctuaciones trimestrales y las tendencias de término largo en la cantidad de esfuerzo aplicado por los dos sistemas de pesca. El gráfico inferior, que muestra el número de áreas explotadas de un grado, es directamente comparable entre los dos sistemas.

La pauta trimestral de las fluctuaciones en el esfuerzo de los rederos durante el periodo 1951-1958, aparece dramáticamente en el gráfico superior de la Figura 2. Esta pauta terminó en 1959 cuando por primera vez, el esfuerzo de los rederos no disminuyó en el tercer trimestre. Hubo una fluctuación considerable en el esfuerzo de los barcos de carnada durante el mismo periodo, pero no una pauta estacional persistente, aun cuando el esfuerzo tuvo su máximo frecuentemente en el segundo trimestre. A pesar de que el esfuerzo de los dos sistemas de pesca no es directamente comparable, el gráfico demuestra que el esfuerzo de los barcos de carnada fué considerablemente mayor que el de los barcos

rederos en el período 1951-58. La merma en el esfuerzo de los clipers, y el correspondiente aumento en el esfuerzo de los rederos, en el período 1959-61 es el resultado de la conversión de la mayoría de los barcos grandes de carnada al sistema de pesca con red de cerco.

El gráfico inferior, que presenta el número de áreas explotadas de un grado por los dos sistemas, indica la diferencia en la extensión geográfica de las dos pesquerías. La fluctuación estacional de los barcos rederos, en este gráfico, no es tan pronunciada como en el gráfico del esfuerzo, pero es siempre muy aparente y termina en el mismo año, 1959. Es evidente que en el período 1951-58, los clipers pescaron en un área mucho más extensa que los rederos. No fué sino hasta en la primera parte de 1961 que los rederos sobrepasaron a los clipers en el número de áreas explotadas de un grado.

Los cambios en la distribución de las áreas del esfuerzo de los rederos entre el período 1951-58 y el período 1959-61, están ilustrados en las cartas de las áreas de estadísticas correspondientes a las Figuras 3a, 3b, 3c y 3d. En estas figuras se indica la distribución geográfica promedio del esfuerzo en cada trimestre de cada una de las dos series de años. El esfuerzo aplicado en cada una de las áreas de un grado, en cada año, fué sumado para cada período y luego dividido por el número apropiado de años. Estas figuras presentan un cuadro promedio de la distribución del esfuerzo, pero no del número de áreas explotadas de un grado en un trimestre promedio. Cada área de un grado que fué explotada durante cualquier año, en los dos períodos, está representada en las cartas. Por lo tanto, en cada promedio de los trimestres aparecen más áreas de un grado, como receptoras de algún esfuerzo, que las que fueron objeto de actividad pesquera en cualquier trimestre en un año dado.

En el primer trimestre de cada uno de los años del período 1951-58 (Figura 3a), el esfuerzo se concentró con más intensidad en las Islas Revillagigedo y en el Golfo de California, mientras que en cualquiera otra parte el esfuerzo fué escaso, excepción hecha de la región del Golfo de Guayaquil. En el período 1959-61 hubo todavía una concentración bastante intensa del esfuerzo en el Golfo de California, pero no en las Revillagigedos. Hubo fuertes concentraciones de esfuerzo en la costa mexicana, a ambos lados del Golfo de Tehuantepec, el cuál no estaba presente en el período 1951-58.

En el segundo trimestre de cada uno de los años del período 1951-58 (Figura 3b), el mayor esfuerzo se registró en el Golfo de California y alrededor del extremo sur de Baja California, con una concentración menor en las Islas Revillagigedo. En el período 1959-61, el esfuerzo del segundo trimestre se extendió mucho más, a pesar de que la concentración mayor ocurrió todavía en las vecindades de la punta sur de Baja California. El esfuerzo se distribuyó bastante bien desde la boca del Golfo de California hasta la América Central.

El tercer trimestre de cada uno de los años del período 1951-58 (Figura 3c) recibió muy poco esfuerzo, la mayor parte del cual fué aplicado a las áreas locales. En el período 1959-61 estas áreas todavía recibieron la mayoría del esfuerzo, pero además hubo un área de concentración frente a la costa de la América Central.

El cuarto trimestre de cada uno de los años del período de pre-conversión recibió aún menos esfuerzo que el tercero, casi todo se aplicó en las Revillagigedos. En el período 1959-61 las concentraciones más intensas del esfuerzo ocurrieron en las costas de México y América Central, con una concentración menor en las áreas locales (Figura 3d).

El cambio más significativo en la distribución del esfuerzo entre los dos períodos, fué la expansión de la pesquería frente a las costas de México y de la América Central. En estas áreas, los rederos tuvieron muy buen éxito en las captura que sus redes hicieron en cardúmenes del atún aleta amarilla asociados con manadas de delfines. Esta sección particular de la pesquería había sido previamente explotada por los barcos de carnada en casi su totalidad.

### **Atún aleta amarilla**

#### *Variación trimestral en los índices de densidad y concentración*

Los índices de densidad y concentración de los clipers han sido examinados en detalle por Griffiths (1960) y Calkins (1961); en consecuencia, debe darse ahora el mayor énfasis a los datos de los barcos rederos.

Los valores trimestrales de los índices de la densidad de la población del atún aleta amarilla y de la concentración del esfuerzo de pesca en esa especie por parte de los rederos y de los clipers, están presentados en forma gráfica en la Figura 4. Los índices de densidad de los barcos rederos son más variables que los de los clipers. El coeficiente de variación del índice de densidad no ponderado de los rederos es 64.9%, en oposición con el 37.2% que corresponde a los barcos de carnada. En el caso del índice de densidad ponderado, el coeficiente de variación de los rederos es del 71.6%, en comparación con el 33.0% de los clipers.

En el período 1951-58, no hay una pauta estacional de fluctuación de los índices de densidad de los rederos; sin embargo, hay una tendencia a los valores más altos en los segundos trimestres. En el período 1959-61 el índice no ponderado de los rederos siguió el mismo orden de fluctuación en cada uno de los tres años. Los valores trimestrales, desde los más altos a los más bajos, han sido registrados, en el orden que se indica, primero, segundo, cuarto y tercero. El índice ponderado ha seguido casi la misma pauta, con la excepción de que en 1961 el cuarto trimestre, en vez del tercero, fué el del punto más bajo del año. Los valores alcanzados por los índices de densidad en el primer trimestre de cada uno de estos tres años,

sobrepasaron substancialmente cualquiera de los valores logrados antes en esos índices. No hubo máximos correspondientes en los índices de densidad de los clipers.

El índice de concentración es menos variable que cualquier índice de densidad. El coeficiente de variación de los rederos es de 49.7%; considerablemente más alto que el valor correspondiente a los clipers (23.1%). No hay una pauta estacional de fluctuación en el índice de concentración de los barcos de carnada o de los rederos. Las fluctuaciones más importantes en el índice de concentración de cualquiera de los dos sistemas de pesca no corresponden a las fluctuaciones de importancia en los índices de densidad.

Algunas de las fluctuaciones más extremadas en el índice de concentración de los rederos ocurrieron cuando el esfuerzo y el número de áreas explotadas de un grado estaban a un nivel bajo (véase Tabla 1; 1954: 4, 1957: 4). Esta condición permitió que los pequeños cambios localizados en la captura por día estandarizado de pesca y la distribución del esfuerzo, tuvieran un gran efecto en el índice de concentración.

En el primer trimestre de 1951, el índice de concentración fué menor que la unidad. Teóricamente esto indicaría que el esfuerzo se distribuyó de un modo menos ventajoso que si los barcos hubieran escogido al azar las áreas de pesca. El valor bajo no resultó de que la flota estuviese orientada hacia el barrilete, debido a que el índice correspondiente a esa especie era también menor que la unidad (véase Figura 6). La captura y el esfuerzo fueron bajos en este trimestre, y ambos índices de densidad estaban a niveles bajos. Esto puede haberse debido parcialmente a las dificultades industriales que paralizaron parte de la flota (Griffiths, 1960) y a que los diarios de pesca que cubrían los datos estaban incompletos en los meses iniciales de la recolección. Lo que cubren los diarios de pesca correspondiente a los rederos en 1951, solo incluye alrededor de un 25 por ciento de los viajes realizados en ese año para la pesca del atún aleta amarilla y del barrilete (Schaefer, 1953). En el cuarto trimestre de 1951, el índice de concentración cayó de nuevo a un nivel debajo de uno. La captura y el esfuerzo fueron otra vez muy bajos. Los rederos no registraron captura del atún aleta amarilla al norte de los 4°N.

En el cuarto trimestre de 1952, el índice de concentración de los rederos alcanzó a 2.61, que parece indicar que la flota tuvo bastante éxito en su concentración en densidades promedias mejores del atún aleta amarilla. Sin embargo, ambos índices de densidad estuvieron a niveles extremadamente bajos. Virtualmente toda la pesca procedió de cuatro áreas de un grado en las zonas locales (Figura 1), pero la captura por unidad de esfuerzo fué baja en esa región, por lo que un trimestre muy pobre en término de captura dió como resultado un alto valor para el índice de concentración.

El índice de concentración descendió hasta el punto más bajo de la serie de 11 años, en el primer trimestre de 1954. La mayor parte del esfuerzo se aplicó en la boca del Golfo de California, en donde la pesca por unidad de esfuerzo estuvo bastante baja. En el mismo trimestre, el índice de concentración de los clipers alcanzó su punto más alto, por las capturas muy buenas logradas en el área del "sitio de las 14 brazas" (9°-10°S. frente a Chimbote, Perú). Solamente el cuatro por ciento del esfuerzo de los rederos, como opuesto al 14 por ciento del esfuerzo de los barcos de carnada, se aplicó en esta región. La captura por unidad de esfuerzo lograda por los rederos no estuvo tan alta como la obtenida por los barcos de carnada, pero sí fué más alta que la de los rederos que pescaron en el Golfo de California. En ese tiempo los bancos frente al Perú estaban fuera del alcance normal de la mayoría de los rederos con base en California.

En el segundo trimestre de 1955, el índice de concentración se levantó hasta 2.44. Casi toda la captura vino del Golfo de California y de las Islas Revillagigedo, y la captura por unidad de esfuerzo estuvo regularmente alta en las áreas correspondientes de un grado. El siguiente valor desusadamente alto del índice de concentración de los rederos, apareció en el cuarto trimestre de 1955. El esfuerzo fué muy bajo y solamente se pescó en cinco áreas de un grado. El noventa y siete por ciento de las capturas se hizo en una sola área de un grado que está contigua a la Isla Socorro, del grupo de las Revillagigedos. Los valores alcanzados por el índice de concentración en tales condiciones no son, evidentemente comparables con los valores de los trimestres en donde se aplicaron grandes cantidades de esfuerzo.

En el trimestre siguiente, 1956:1, el ascenso del índice de concentración de los rederos se mantuvo alto, hasta 3.29. Las condiciones eran similares a las que causaron el máximum de 1955:2. La captura por unidad de esfuerzo fué alta en las áreas tradicionales de la pesquería; el Golfo de California y las Revillagigedos. Dos áreas de un grado, cerca de las Islas, recibieron el 60 por ciento del esfuerzo total y contribuyeron con dos tercios de la captura. En el último trimestre de 1956, el índice de concentración de los rederos (4.22) sobrepasó todos los máximos previamente alcanzados. La distribución de la pesca y el esfuerzo fué similar a la del cuarto trimestre del año anterior. Casi toda la captura procedió de las mismas dos áreas de un grado. En el segundo trimestre de 1957 los rederos tuvieron más éxito que en cualquiera de los trimestres anteriores, en al costa mexicana entre los 17° y 20°N., pero esto no fué reflejado por el índice de concentración. A pesar de la alta c./d.e.p. en la costa mexicana, el esfuerzo fué mucho más intenso en las áreas de pesca tradicionales más al norte.

El índice de concentración de los rederos llegó a 5.40, el punto más alto de la serie de once años, en el último trimestre de 1957. Este alto valor fué el resultado de condiciones similares a las del cuarto trimestre

de 1955 y 1956. El esfuerzo y la pesca fueron bajos, pero solamente se explotaron 13 áreas de un grado. Una de éstas, que comprende la Isla San Benedicto de las Revillagigedos, produjo el 84 por ciento de la pesca.

En 1958, el índice de concentración comenzó un período de relativa estabilidad. Las condiciones del agua cálida ocasionaron un cambio en la distribución del atún hacia el norte, y el esfuerzo fué atraído más al norte que de costumbre en el Golfo de California y en los bancos locales. Estas áreas rindieron una buena producción en el segundo trimestre, cuando la pesca del atún aleta amarilla, por los rederos, sobrepasó la de todos los trimestres anteriores.

En el período 1959-61, el índice de concentración de los rederos se mantuvo relativamente estable en comparación con los años anteriores, y también estuvo mucho más cerca en valor, del índice de concentración de los clipers. En contraste, ambos índices de densidad de los rederos experimentaron una extremada fluctuación de un trimestre a otro, y ambos índices alcanzaron valores más altos que los obtenidos previamente. La estabilidad del índice de concentración de los rederos, en este período, resultó probablemente de la expansión de la pesquería abarcada tanto en área como en períodos de tiempo, así como en el esfuerzo total aplicado. El esfuerzo de los rederos y el número de áreas de un grado, explotadas por la flota de estos barcos, aumentó constantemente durante 1959 y 1960 hasta que a principios de 1961, estas estadísticas alcanzaron valores iguales a los obtenidos por la flota de clipers preconvertidos. En estos años no hubo disminuciones drásticas en el esfuerzo durante el tercero y cuarto trimestre, como había ocurrido anteriormente, y hubo ausencia de los valores extremos en el índice de concentración que a menudo se registraron en el cuarto trimestre de estos años. En el tercer trimestre de 1961, hubo una ligera disminución en el esfuerzo, probablemente debida a que algunos barcos dedicaron parte de su tiempo en la pesquería del atún aleta azul.

*Relación entre los índice de densidad ponderado y no ponderado*

Existen fuertes y positivas correlaciones entre los índices de densidad ponderado y no ponderado tanto en lo que se refiere a los rederos ( $r = 0.896^{**}$ ) como a los barcos de carnada ( $r = 0.729^{**}$ ), como era de esperarse, ya que los dos índices son medidas de la misma cosa.

Un gráfico de los valores trimestrales del índice no ponderado sobre los valores correspondientes del índice ponderado de los rederos, se muestra en la Figura 5. Los datos de estos barcos se dividieron en dos períodos: 1951-58 y 1959-61, y las líneas de regresión de los cuadrados mínimos fueron computadas para cada uno. Las ecuaciones de las líneas son como siguen:

$$\hat{Y} = 0.874 + 1.251 X \text{ (1951-58)}$$

$$\hat{Y} = 0.754 + 1.290 X \text{ (1959-61)}$$

Las dos líneas no difieren significativamente en pendiente o nivel (véase Tabla 13 para las pruebas de significación). Aparentemente no hubo cambio significativo en la relación entre los dos índices de densidad después de la expansión de la pesquería.

*Relación del número de áreas de un grado explotadas con los índices de densidad y concentración.*

Griffiths (1960) encontró una relación significativamente negativa entre el número de áreas explotadas de un grado y los dos índices de la densidad del atún aleta amarilla, en lo que respecta a los barcos de carnada. Esto dió una indicación de que la actividad exploratoria de la flota de clipers aumentaba mientras disminuía la abundancia aparente. En el caso de los rederos, esta relación no es significativa. En los años anteriores a 1959, no parece existir relación de ninguna clase en ninguno de los índices de densidad. En los doce trimestres del período 1959-61, aparece una tendencia para los valores más bajos de ambos índices de densidad, asociándose con grandes cantidades de áreas explotadas de un grado, pero esta relación no es estadísticamente significativa.

La relación entre el número de áreas explotadas de un grado y el índice de concentración, fué también examinada. De nuevo no hubo correlaciones estadísticamente significativas; hay sin embargo una tendencia pronunciada para el índice de concentración, siendo mucho más variable cuando el número de áreas explotadas de un grado es bajo.

Los análisis descritos en esta sección se repitieron con los datos modificados (eliminadas las áreas de un grado al nivel de 5 días registrados en los diarios de pesca) pero no hubo cambios esenciales en los resultados.

### **Barrilete**

Los valores trimestrales de los índices de densidad ponderado y no ponderado y el índice de concentración del barrilete, correspondientes a los rederos y a los clipers, se muestran en una forma gráfica en la Figura 6. Como ocurrió con los datos del atún aleta amarilla, los índices de los rederos son más variables que los de los clipers. El coeficiente de variación del índice de densidad no ponderado, de los rederos, es de 104.8%, comparado con el 48.2% de los barcos de carnada. En el índice ponderado, los coeficientes de variación son de 72.2% para los rederos y de 33.3% para los barcos de carnada. El coeficiente de variación del índice de concentración de los rederos es de 67.3%, mientras que el valor correspondiente a los barcos de carnada es de 41.6%. Todos estos valores, para los dos sistemas de pesca, son más altos que los valores correspondientes al atún aleta amarilla.

La pauta estacional de la fluctuación de los índices de densidad de los rederos no es tan pronunciada como lo es para los barcos de carnada

cuando, en la mayoría de los años, los valores más altos tendieron a ocurrir en los dos últimos trimestres, y el primer trimestre fué generalmente más bajo que el cuarto trimestre precedente. Sin embargo, para el índice de densidad no ponderado de los rederos, se registraron los valores más altos del año, en cualquiera de los trimestres tercero y cuarto, nueve de cada once veces. Parece existir una tendencia de los valores más altos del índice de concentración de los rederos, a aparecer en la última mitad del año.

La alta variabilidad de los índices de densidad y concentración del barrilete se debe, en gran parte, a los mismos factores que operaron para producir la variabilidad en los datos del atún aleta amarilla: el nivel bajo del esfuerzo y el área restringida de la pesquería en muchos trimestres. Para el barrilete este efecto está agravado por la pequeñez de la captura en la mayoría de los trimestres. La flota de rederos ha descargado casi siempre más atún aleta amarilla que barrilete. En 17 de los 44 trimestres, los rederos desembarcaron menos de 500 toneladas de barrilete. Durante el período abarcado por este estudio, el barrilete constituyó solamente el 21 por ciento de la captura de los rederos, comparada con el 49 por ciento de la pesca de los barcos de carnada. La flota de rederos ha pescado históricamente en áreas y estaciones en que predomina el atún aleta amarilla. El índice de concentración de los barcos rederos, en lo que respecta al barrilete, cae debajo de uno (1.00) 15 veces en 44 trimestres, lo que teóricamente indica que el esfuerzo fué distribuido en una forma menos ventajosa que al azar, en más de una tercera parte del tiempo. Estos valores bajos generalmente ocurrieron en los primeros y segundos trimestres y se debieron probablemente a la preferencia de la flota por el atún aleta amarilla. Sin embargo, el punto más alto de la serie de once años (4.75) se anotó en el segundo trimestre de 1956. Ambos índices de densidad fueron extremadamente bajos en ese trimestre. Lo mismo ocurrió en 1952:3 y en 1959:1 cuando aparecieron valores desusadamente altos en el índice de concentración. Parece que hay muy poca relación entre la fluctuación del índice de concentración y el éxito de la flota en la pesca del barrilete.

Las fluctuaciones violentas del índice de concentración de los rederos, en lo que respecta al barrilete, tienen poca significación porque el muestreo de esta especie efectuado por la pesquería ha sido demasiado esporádico y localizado durante la mayor parte del período que comprende este trabajo. En 1959 y 1960, cuando se expandió la pesquería con red de cerco, la pesca por unidad de esfuerzo en la obtención del atún aleta amarilla fué extremadamente alta, y es dudoso que el barrilete fuera buscado activamente por los barcos rederos. Después del primer trimestre de 1961, ambos índices de densidad del atún aleta amarilla declinaron abruptamente, y al mismo tiempo hubo un gran aumento en la pesca del barrilete. El tonelaje de esta especie descargado por los rederos en 1961, fué de tres veces que el de cualquier año anterior. En el futuro, el índice de concen-

tracción del barrilete puede llegar a ser más significativo, ya que los rederos pescan más activamente esta especie, y tal vez logren mayor habilidad en su captura. No obstante, es dudoso que el índice de concentración del barrilete llegue a ser tan estable como el del atún aleta amarilla. La captura de los barcos de carnada se ha dividido en forma bastante pareja entre las dos especies, pero los datos del atún aleta amarilla han sido considerablemente más estables que los del barrilete.

### **Atún Aleta Amarilla y Barrilete Combinados**

#### *Variación trimestral del los índices de densidad y de concentración*

La Figura 7 presenta gráficamente los valores trimestrales de los índices de densidad y de concentración del atún aleta amarilla y el barrilete combinados. Los índices de los barcos rederos están allí representados por las líneas continuas y los índices de los barcos de carnada, por las líneas a guiones.

Debido a que la pesca de los rederos ha sido predominantemente de atún aleta amarilla, las fluctuaciones de los índices de densidad de las especies combinadas siguen la pauta de fluctuación de los índices de densidad de dicha especie más de cerca que la pauta de fluctuación de los índices del barrilete. A pesar de la mayor importancia que tiene el atún aleta amarilla como componente en los datos combinados, la adición de la pesca del barrilete ha tenido el efecto de levantar algunos de los puntos bajos más extremos en ambos índices de densidad, y de este modo ha disminuido la variación general. Con respecto a los rederos, el coeficiente de variación del índice no ponderado de las especies combinadas es de 45.0%, en contraposición con el 64.9% que corresponde al atún aleta amarilla y con el 104.8% del barrilete. En el índice ponderado, el coeficiente de variación de las especies combinadas es de 56.4%, en comparación con el 71.6% del atún aleta amarilla y con el 72.2% del barrilete. Estos valores son más altos que los valores correspondientes a los datos de los clipers sobre las especies combinadas, que son: 28.3% en el índice no ponderado y 26.1% en el ponderado.

La variación del índice de concentración disminuye también al combinar los datos del atún aleta amarilla y el barrilete. Para las especies combinadas, el coeficiente de variación del índice de concentración es de 34.5%. Para el atún aleta amarilla este valor es de 49.7% y para el barrilete, es del 67.3%. Sin embargo, este es todavía considerablemente más alto que el coeficiente de variación de los datos de los clipers sobre las especies combinadas, que es de 21.7%.

El índice de concentración de las especies combinadas no se afecta por el hecho de que la flota haga abandono momentáneo de una especie en favor de la otra, ya que esta selectividad es la misma en todas las áreas. En consecuencia, suponiendo una competencia normal en la distribución

del esfuerzo por la flota, que tiene que ser siempre mejor que al azar, el índice de concentración de las especies combinadas debe esperarse que sea siempre mayor que uno. Esto es, en efecto, lo que ocurre en el caso del índice de concentración de las especies combinadas de los clipers, y es también verdad para todos los trimestres, excepto en tres, para el índice de concentración de los rederos en cuanto a las especies combinadas.

En el primer trimestre de 1951, el índice de concentración de los rederos fué de 0.81. Como se ha dicho previamente, los datos correspondientes a este trimestre pueden estar fuera de lo normal, debido a que no fueron completamente cubiertos por los diarios de pesca. En el segundo trimestre de 1953, el índice de concentración fué de 0.97. La captura, el esfuerzo y el número de áreas explotadas de un grado, fueron regularmente altos en la era de preconversión. El índice de concentración correspondiente al atún aleta amarilla fué de 1.11, un valor moderadamente bajo, pero no tan fuera de lo normal; sin embargo, el índice de concentración del barrilete fué solamente de 0.49. Un área de un grado en la región de Guayaquil produjo 210 toneladas de barrilete, o sea, un cuarto de la captura realizada por los rederos. La captura por día de pesca en esta área de un grado, fué de 21.1, con mucho la más alta en cualquier área de un grado explotada en aquel trimestre, pero solamente se aplicó el 9.9 del esfuerzo en días estandarizados. La región de Guayaquil estaba fuera del alcance de la mayoría de los rederos con base en California, en ese tiempo. Si son eliminados los datos del sur del Ecuador, en donde la c./d.e.p. fué alta, y el esfuerzo bajo, el índice de concentración combinado de los rederos aumenta a 1.06.

En el primer trimestre de 1954, el índice de concentración combinado descendió a 1.00. En este trimestre el índice de concentración del barrilete fué de 2.01, un valor regularmente alto. El índice de concentración del atún aleta amarilla descendió a 0.46, su punto más bajo en la serie de once años. En la sección de este estudio dedicada al atún aleta amarilla se dió una posible explicación a esto; la c./d.e.p. fué más baja en las áreas tradicionales de pesca las cuáles recibieron la mayor parte del esfuerzo que en las áreas más distantes, las cuáles se encontraban fuera del alcance de la mayoría de la flota.

El índice combinado de concentración de los rederos alcanzó valores excepcionalmente altos en 1955:4, 1956:4 y 1957:4. Todos estos máximos corresponden a los máximos del índice de concentración del atún aleta amarilla. Las posibles causas de la aparición de estos máximos han sido discutidos en la sección de este trabajo en la que se trató del atún aleta amarilla.

Igual que el índice de concentración del atún aleta amarilla, el índice combinado de concentración es más estable después de 1959 que antes, y por las mismas razones; esto es el aumento en el esfuerzo y en el número de áreas explotadas de un grado.

*Relación entre los índices de densidad ponderado y no ponderado*

La correlación entre los índices de densidad ponderado y no ponderado de los datos combinados (0.872\*\*) es significativa al nivel del 99 por ciento. Los datos se dividieron en dos períodos, 1951-58 y 1959-61, como se hizo con los datos del atún aleta amarilla, y los puntos así como las líneas de regresión se indican en la Figura 8. La Línea 1951-58 está representada por la ecuación  $\hat{Y} = 1.511 + 1.117 X$ ; la línea 1959-61 está descrita así;  $\hat{Y} = 3.133 + 0.897 X$ . El análisis de covarianza no logró revelar diferencia significativa alguna en la pendiente o nivel entre las dos líneas (véase Tabla 14). Si los dos períodos de tiempo se agrupan juntos, la ecuación de la línea ajustada es  $\hat{Y} = 1.751 + 1.078 X$ .

*Relación entre el número de áreas explotadas de un grado y los índices de densidad y de concentración*

La relación entre los índices de densidad y el número de áreas explotadas de un grado se examinó por el procedimiento descrito en la sección de este trabajo correspondiente al atún aleta amarilla. Los valores trimestrales de los índices de densidad fueron graficados contra el número correspondiente de áreas explotadas de un grado y se computaron los coeficientes de correlación. En la serie de once años y en la serie 1951-58 no hubo relaciones significativas entre ninguno de los índices de densidad y el número de áreas de un grado. Sin embargo, en el período 1959-61 los coeficientes de correlación entre las áreas de un grado y los índices no ponderado y ponderado fueron de  $-0.661^*$  y  $-0.608^*$ , respectivamente. Ambos son significativos al 95 por ciento pero no al 99 por ciento del nivel de confianza. Esto indica que, en este período, la actividad exploratoria aumentaba conforme disminuía la abundancia aparente. El mismo tipo de relación se encontró en los datos combinados de los barcos de carnada en el período 1951-59 (Calkins, 1961). En la Figura 9 se muestra la relación entre las áreas de un grado y el índice no ponderado correspondiente a los barcos rederos.

Parece que no hay relación entre el índice de concentración y el número de áreas explotadas de un grado en el período de once años ni en ninguno de los dos períodos más cortos a que se ha hecho referencia.

Los análisis descritos en esta sección se repitieron con los datos modificados (eliminados) pero no se observó cambio esencial en ninguno de los resultados.

*Relación entre los índices de densidad y de concentración del atún aleta amarilla*

La fluctuación de los índices de densidad y de concentración y la distribución de las capturas del atún aleta amarilla y barrilete hacen

pensar que, en ciertas épocas, el esfuerzo se concentró principalmente en una u otra especie. Los índices de densidad y de concentración de las dos especies, de los barcos de carnada, se compararon en el período 1951-59, y se llegó a la conclusión de que, aun cuando los índices de las dos especies pueden haber sido dependientes en algunos trimestres individuales, hubo poca evidencia de una relación consistente y significativa (Calkins, 1961).

Cuando los valores trimestrales de los índices de densidad no ponderados del atún aleta amarilla y el barrilete, correspondiente a los barcos rederos, fueron graficados uno contra otro, se hizo evidente una tendencia negativa (Figura 10). En la serie 1951-61, el coeficiente de correlación ( $-0.378^*$ ) es significativo al nivel de confianza del 95 por ciento. En el período 1959-61, el coeficiente de correlación es  $-0.687^*$ . A pesar de la significación de los coeficientes de correlación, la dispersión de los puntos es tal, que una línea ajustada tendría poca significación.

Los índices de densidad ponderados se compararon de la misma manera. Los resultados fueron considerablemente diferentes. En la serie completa de once años, el coeficiente de correlación (0.047) indica una independencia casi completa. En el período 1959-61, el coeficiente de correlación es negativo ( $-0.258$ ), pero está lejos de ser significativo. El uso de los datos modificados no produjo un cambio esencial en estos resultados.

La existencia de una correlación negativa entre los índices no ponderados de las dos especies, entre tanto que no haya correlación entre sus índices ponderados, refleja probablemente la combinación de la escogencia que de las áreas de pesca han hecho los capitanes de los barcos y la distribución desigual entre las regiones mientras que, al mismo tiempo, queda poca escogencia entre las especies dentro de las áreas de pesca.

Los índices de concentración de las dos especies se compararon de la misma manera, y se encontró que la relación era también similar, pero menos pronunciada que la existente entre los índices de densidad no ponderados de las dos especies. En los valores bajos del índice de concentración del atún aleta amarilla, hay una amplia variación de valores en el índice de concentración del barrilete, pero solamente los valores bajos del índice de concentración de esta última especie están asociados con los valores más altos del índice de concentración del atún aleta amarilla. Los coeficientes de correlación correspondientes tanto a los datos modificados como a los no modificados, fueron negativos pero no significativos.

#### **Comparación entre los índices de densidad y de concentración de los clipers y los rederos**

Se examinaron los datos de los barcos rederos y de los barcos de carnada para buscar correlaciones significativas entre los índices de densidad y de concentración correspondientes a los dos sistemas de pesca.

Resultó aparente, desde el examen preliminar, que no había una relación que pudiera demostrarse dependiente en los datos del atún aleta amarilla o en los del barrilete. Los datos combinados, por ser más estables, dieron resultados algo mejores pero todavía insuficientes. Con respecto a las especies combinadas, el coeficiente de correlación entre los valores trimestrales de los índices de densidad no ponderados de los clipers y de los rederos, alcanzó a 0.334\* en la serie 1952-61, con los datos modificados (eliminadas las áreas de un grado al nivel de los cinco días). Esta correlación alcanzó escasamente el nivel del 95 por ciento de significación (38 g.l.), y la dispersión de los puntos es tal, que no valdría la pena que se intentase de definir la relación más precisamente. Los índices ponderados de densidad y los índices de concentración de los dos sistemas de pesca fueron comparados de la misma manera, pero no se encontraron relaciones discernibles.

Esta falta de relación no es sorprendente, si se considera la naturaleza de los datos. Los índices de los rederos, antes de 1960, fueron representativos de un área mucho más limitada que los índices de los clipers correspondientes al mismo período. También los factores ambientales pueden afectar de diferente modo la disponibilidad de los peces a los dos sistemas de pesca. Para mostrar una relación entre la pesca por unidad de esfuerzo de los dos sistemas, es necesario limitar la comparación a los estratos de tiempo y área en que pescaron barcos de los dos tipos.

Este fué el procedimiento seguido por Broadhead (1962). La c./d.e.p. de los rederos y de los clipers fueron comparados por combinaciones de áreas de cinco grados, por meses, en donde por lo menos habían sido aplicados diez días de esfuerzo registrado en los diarios de pesca para barcos de ambos tipos. Broadhead (*op. cit.*) demostró que hubo una relación positiva de alta significación y de naturaleza curvilínea entre la c./d.e.p. de los dos sistemas, para el atún aleta amarilla en los dos períodos: 1952-58 y 1959-60.

**LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA**

Alverson, F. G.

- 1960 Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the Eastern Tropical Pacific by quarters of the year, 1951-1958. Inter-Amer. Trop. Tuna Com., Bull., Vol. 4, No. 6, pp. 319-441 (English), pp. 442-446 (Spanish).

Broadhead, G. C.

- 1962 Recent changes in the efficiency of vessels fishing for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean. *Ibid.*, Vol. 6, No. 7, pp. 281-316 (English), pp. 317-332 (Spanish).

Broadhead, G. C. and A. R. Marshall

- 1961 New methods of purse-seining for tuna in the Eastern Pacific Ocean. Proc. Gulf and Carib. Fish. Inst., 13th Ann. Session, Nov. 1960, pp. 67-73.

Calkins, T. P.

- 1961 Measures of population density and concentration of fishing effort for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean, 1951-1959. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 6, No. 3, pp. 69-125 (English), pp. 126-152 (Spanish).

Godsil, H. C.

- 1938 The high seas tuna fishery of California. Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull., No. 51, 41 pp.

Griffiths, R. C.

- 1960 A study of measures of population density and of concentration of fishing effort in the fishery for yellowfin tuna, *Neotbunmus macropterus*, in the Eastern Tropical Pacific Ocean, from 1951 to 1956. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 4, No. 3, pp. 39-98 (English), pp. 99-136 (Spanish).

Gulland, J. A.

- 1956 A study of fish populations by the analysis of commercial catches. Rapp. Proc. Verb., Conseil Int. Explor. Mer, Vol. 140, No. 1, Cont. No. 2, pp. 21-29.

McNeely, R. L.

- 1961 Purse Seine Revolution in Tuna Fishing.  
Pacific Fisherman, June 1961, pp. 27-58.

Orange, C. J. and G. C. Broadhead

- 1959 1958-1959. A turning point for tuna purse-seine fishing?  
*Ibid.*, June 1959, pp. 20-27.

Schaefer, M. B.

- 1953 Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1952.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Ann. Rept. 1952, pp. 14-35 (English), pp. 36-61 (Spanish).
- 1962 Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1961.  
*Ibid.*, Ann. Rept. 1961, pp. 44-103 (English), pp. 104-171 (Spanish).

Scofield, W. L.

- 1951 Purse-seine and other roundhaul nets in California.  
Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull., No. 81, 83 pp.

Shimada, B. M.

- 1958 Geographical distribution of the annual catches of yellowfin and skipjack tuna from the Eastern Tropical Pacific Ocean from vessel logbook records, 1952-1955.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 2, pp. 286-354 (English), pp. 355-363 (Spanish).

Shimada, B. M. and M. B. Schaefer

- 1956 A study of changes in fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean.  
*Ibid.*, Vol. 1, No. 7, pp. 347-421 (English), pp. 422-469 (Spanish).