

INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. VI, No. 7

**RECENT CHANGES IN THE EFFICIENCY OF VESSELS
FISHING FOR YELLOWFIN TUNA IN THE
EASTERN PACIFIC OCEAN**

**CAMBIOS RECIENTES EN LA EFICIENCIA DE LOS BARCOS
QUE PESCAN ATUN ALETA AMARILLA EN EL
OCEANO PACIFICO ORIENTAL**

by — por

GORDON C. BROADHEAD

La Jolla, California

1962

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	283
STANDARDIZATION OF FISHING EFFORT.....	285
THE EFFECT OF CHANGES IN THE COMPOSITION OF THE PURSE- SEINE FLEET ON THE STANDARDIZATION OF FISHING EFFORT...	286
COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF PURSE-SEINERS AND BAITBOATS IN FISHING FOR YELLOWFIN TUNA.....	287
1959-1960.....	288
1952-1957.....	289
1959-1960 compared with 1952-1957.....	290
SOURCES OF VARIABILITY OF THE DATA.....	290
The effect of sample size.....	290
The effect of interference between gears.....	291
Seasonal variation.....	291
MEASURES OF APPARENT ABUNDANCE FOR YELLOWFIN TUNA.....	291
COMPARISON OF THE USE OF LOGBOOK AND TRIP INFORMATION FOR COMPUTING THE APPARENT ABUNDANCE OF YELLOW- FIN TUNA.....	293
—————	
FIGURES — FIGURAS.....	295
—————	
TABLES — TABLAS.....	304

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION.....	317
ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA.....	320
EL EFECTO DE LOS CAMBIOS EN LA COMPOSICION DE LA FLOTA DE BARCOS REDEROS SOBRE LA ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA.....	321
COMPARACION DE LA EFICIENCIA DE LOS BARCOS REDEROS Y DE LOS BARCOS DE CARNADA EN LA PESCA DE ATUN ALETA AMARILLA.....	321
1959-1960.....	323
1952-1957.....	325
Período 1959-1960 comparado con el período 1952-1957.....	325
CAUSAS DE LA VARIABILIDAD DE LOS DATOS.....	326
El efecto del tamaño de la muestra.....	326
El efecto de la interferencia entre los sistemas de pesca.....	326
Variación por estaciones.....	327
MEDIDAS DE LA ABUNDANCIA APARENTE DEL ATUN ALETA AMARILLA.....	327
COMPARACION ENTRE EL USO DE LOS CUADERNOS DE BITACORA Y LAS INFORMACIONES DEL VIAJE PARA COMPUTAR LA ABUNDANCIA APARENTE DEL ATUN ALETA AMARILLA.....	329
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	331

RECENT CHANGES IN THE EFFICIENCY OF VESSELS FISHING FOR YELLOWFIN TUNA IN THE EASTERN PACIFIC OCEAN

by

Gordon C. Broadhead

INTRODUCTION

Since the inception of the Inter-American Tropical Tuna Commission in 1950, one of the primary tasks of its scientific staff has been the collection and analysis of the statistics of total catch, effort expended in obtaining this catch, and the apparent abundance of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in the Eastern Pacific Ocean. A concentrated effort by the staff during 1951 and 1952 resulted in the compilation of a series of historical data on the catch and catch-per-effort of tropical tunas for the years 1934-1950, and in the establishment of a detailed logbook system to monitor the current activities of the tuna fleets. Schaefer (1953) and Shimada and Schaefer (1956) have reviewed in detail the methods of collection and analysis of these data. Further studies, based on these and subsequently collected records, are contained in publications by Schaefer (1957), Shimada (1958), Alverson (1959, 1960), Griffiths (1960) and Calkins (1961).

Yellowfin tuna and skipjack tuna are taken commercially in the Eastern Pacific Ocean by baitboats, which employ pole and line fishing using live-bait, or by purse-seiners, which use large encircling nets to make their catches. The use of the live-bait methods by American fishermen originated with the early fishery for albacore tuna and gradually evolved into the major method employed in fishing for the tropical species. A detailed account of these techniques is given by Godsil (1938) and by Shimada and Schaefer (1956). Purse-seining for tuna developed in the early 1920's, but until 1958 most of the effort by these vessels was concentrated on the northern grounds during a season extending from February through August each year. The purse-seine vessels were small (average capacity about 125 tons of tuna) and were not well equipped for fishing in distant grounds. However, some occasionally travelled to the fishing areas off Central America and Peru, often transshipping their catches to California by refrigerator ship, or unloading in ports of Costa Rica or Peru.

Purse-seine fishing was not particularly successful during the early years of the fishery and the small fleet of these vessels produced during the period 1931 to 1956, on the average, less than 15 per cent of the yellowfin and about 13 per cent of the skipjack catch made by U. S.-based vessels. However, about 1957, and before any major technological changes occurred within the purse-seine fleet, the catch-per-day's-fishing began to increase substantially (Broadhead and Marshall, 1961). Concurrently, several significant changes in equipment design were being pioneered by a few of the more progressive vessels and two significant trends began

to develop: (1) During 1958 and early 1959 the existing fleet of some 40 vessels was modernized by the addition of power blocks, nylon nets and improved fish-carrying facilities; and (2) Beginning in 1958, many of the baitboats were converted for purse-seine fishing. This trend continued at an increasing rate during 1959 and 1960, until at the present time almost all of the larger bait vessels have been modified for net fishing. The details of this rapid change within the fleets fishing for tropical tunas have been discussed by Orange and Broadhead (1959) and Broadhead and Marshall (1961). McNeely (1961) describes, in considerable detail, the modernized purse-seine gear and the improved fishing methods.

By 1959, the operations of the modernized and expanded purse-seine fleet were extended south of areas off the coasts of southern Mexico and Central America, as the vessels began to catch substantial quantities of yellowfin tuna associated with schools of spotted and spinner porpoise. Fishing was also extended to include the offshore grounds fished in earlier years mainly by the baitboats, and, by the end of 1960, the purse-seine fleet was operating throughout the entire range of the fishery from California to Peru. Nylon nets came into general use and were increased by 30 to 40 per cent in both length and depth over nets used in previous years. The time to set and retrieve the net and to brail and stow the catch had decreased substantially, and the vessels were making more sets each fishing day than in former years (Orange and Broadhead, 1959; Broadhead and Marshall, 1961). Land-based aircraft were assisting the vessels in scouting for fish, and in setting the nets whenever practical. The operating efficiency of the purse-seine fleet, in fishing for yellowfin tuna, appeared to have increased substantially compared with the earlier years.

Table 1 shows the number of baitboats and purse-seiners operating from California ports and the catches of yellowfin and skipjack by each gear during the years 1951-1960. The fleet of baitboats has been reduced to approximately 40 active vessels during 1961, while the purse-seine fleet has increased to about 110 vessels.

The catch-per-day's-fishing is affected by abundance and by availability so that apparent abundance may not always reflect the true abundance of a species. However, these variations will average out over a series of years, so that trends in apparent abundance are useful indicators of trends in the true abundance. For yellowfin and skipjack tunas, apparent abundance may be estimated from the catch-per-day's-fishing encountered, on the average, by a large sample of the fishing fleet. These statistics are computed routinely for both the baitboats and purse-seiners using logbook information, but only the baitboat series has heretofore been used to study the dynamics of the yellowfin and skipjack fisheries because:

1. A major share of the catch of both species has been made each year by the baitboats during the period 1934-1958.

2. These vessels have fished, in general, over the entire range of the fishery during all months of the year.
3. There has been no substantial change in bait-fishing methods over these years, thus the success of fishing provides comparable estimates of apparent abundance from year to year.
4. In general, there is less variability in the baitboat than in the purse-seine measure of apparent abundance.

During 1961, the catch of yellowfin tuna by the U. S.-based fleet of baitboats is expected to drop to less than 15 per cent of the total catch of that species from the Eastern Pacific. A continuing measure of apparent abundance, based only on the catches of these vessels therefore will be of low reliability. Further, a measure of apparent abundance, based on the crude catch-per-day's-fishing of purse-seiners, cannot be compared either with the long-term seiner or baitboat indices because of changes in efficiency of the modernized purse-seine fleet.

The problem then is the formulation of a method for the estimation of an index of apparent abundance comparable to the baitboat measure of apparent abundance for yellowfin tuna in the Eastern Pacific region, employing the data on the success of fishing by the modernized purse-seine fleet. Data are available at present for two years, 1959 and 1960, during which:

1. The modernized fleet of purse-seine vessels operated throughout the entire area during all seasons of the year.
2. There were sufficient baitboats operating so that comparisons of fishing success, between gears, could be examined by time and area strata.

Application of an appropriate formula for the conversion of catch-per-effort by purse-seiners to equivalent catch-per-effort of baitboats should result in a smooth transition from the long-term series of baitboat data (1934-1960) to a series including the purse-seine data during 1959 and 1960, and should permit the continuation of the long-term series during 1961 and future years.

STANDARDIZATION OF FISHING EFFORT

Shimada and Schaefer (1956) have shown that the success of fishing for yellowfin and skipjack tunas is related to vessel size, the larger vessels, in both baitboat and purse-seine fleets, being the more efficient. They also found a good relationship among gross, net and capacity tonnage, with each an excellent estimator of the other two parameters. Six size-classes of vessels (both gears) were established, based on capacity tonnage: Class 1, up to 51 tons; Class 2, 51-100 tons; Class 3, 101-200 tons; Class 4, 201-300 tons; Class 5, 301-400 tons; and Class 6, 401 tons and over. The ratio of the average annual catch-per-day's-fishing for yellowfin plus skipjack, for each size-class, to that of the standard class is computed for each five-degree statistical area having adequate data. The geometric mean of these ratios is then used to determine the

efficiency factor, each year, for each size-class relative to the standard class. The standardization of fishing effort is discussed in greater detail by Shimada and Schaefer (1956) and by Griffiths (1960). The efficiency factors, for each size-class of bait vessels, for the years 1951-1960, are given in Table 2, together with the 10-year mean value for each class. Efficiency factors for the purse-seine vessels have been obtained similarly and are given in Table 3 for these same years, together with the 10-year mean for each size-class.

The efficiency of the various sizes of vessels in each fleet, relative to their respective standard class has changed little over the past ten years, with the exception, perhaps, of the Class 6 baitboats which appear to have shown some increase in catching ability during the later years of the series. As yet there are too few data to indicate trends in efficiency for classes 1, 5 and 6 of purse-seine vessels, relative to the standard class.

THE EFFECT OF CHANGES IN THE COMPOSITION OF THE PURSE-SEINE FLEET ON THE STANDARDIZATION OF FISHING EFFORT

From 1951 through 1958 the fleet of purse-seine vessels declined steadily, due to economic factors which did not encourage replacement construction for vessels which left the fleet because of sinkings, transfers to other fisheries and the inactivation of older vessels. There is, therefore, the possibility that a general upgrading in the efficiency of this fleet could have resulted from the loss of the least efficient segment of the fleet. In Figure 1 is shown the relationship of the average catch-per-day's-absence of yellowfin tuna each year by all Class 3 purse-seine vessels in the fleet (X) against that for 33 Class 3 vessels (Y) which operated throughout the entire period 1951-1960. The least squares regression of Y on X resulted in a close linear fit ($Y = 93 + 1.002X$), the regression line having a positive slope of 45 degrees. Examination of the deviations in average catch-per-day's-absence for the 33-vessel sample, each year, from values for the entire class, indicates that the efficiency of the standard class has not been altered by the loss of less efficient vessels from the fleet over the past 10-year period.

During 1960 a considerable number of converted bait vessels entered the purse-seine fishery and were added to the standard group (Class 3). Table 4 gives the number of vessels, fishing effort, catch and catch-per-day's-fishing for yellowfin and skipjack during that year for both the vessels already in the seiner fleet prior to 1958 and the newly converted vessels. The former are referred to as the "regular" fleet. The regular fleet caught slightly more yellowfin tuna per-unit-of-effort during the year than did the converted vessels. This may be fortuitous or perhaps due to: (1) The entrance of many of the converted vessels into the fishery during the latter half of the year, when fishing for yellowfin is traditionally less productive for purse-seiners than it is during the early months of the years; and (2) A shortage of experienced crews to man the rapidly expanding fleet which left some of the later conversions short of experienced purse-seine fishermen.

COMPARISON OF THE EFFICIENCY OF PURSE-SEINERS AND BAITBOATS IN FISHING FOR YELLOWFIN TUNA

Figure 2 indicates the statistical areas and their assigned code numbers which are used by the Tuna Commission in the tabulation of catch and effort data from the Eastern Pacific Ocean. Two series of data have been constructed, using information from the logbooks system, to permit examination of the efficiency of purse-seiners and baitboats in capturing yellowfin tuna. Series "A", shown in Table 5, gives the standardized effort and the catch-per-day's-fishing for each month, for each five-degree area where ten or more standard days fishing were recorded for each type of gear. These monthly values were also further combined (giving each five-degree area equal weight) by three major geographical divisions of the fishery: (1) North of 15 degrees north latitude; (2) The equator to 15 degrees north latitude; and (3) South of the equator. If only one five-degree area comparison was available during a month in a major division, 25 standard days effort were required for each gear before the values were utilized. To examine the 1959-1960 data in greater detail, Series "B", shown in Table 6, was computed by editing the data in Series "A" to include data from only those one-degree sub-areas in which fishing occurred by both types of gear during the month. The effort and catch of yellowfin were summed and the catch-per-effort computed by five-degree areas. These data were then combined by major divisions of the fishery in the same manner as was done for Series "A".

For Series "A" all values for the baitboats during 1952-1958 and purse-seiners during 1953-1958 were obtained from tables in Martin (1962), who retabulated Commission data by month and area strata using mean efficiency factors for the period 1951-1958 for standardization of the baitboat effort and for the period 1953-1958 for standardization of the purse-seine effort. Data for purse-seine vessels for 1952 and for both gears for 1959 and 1960 were taken directly from the Tuna Commission statistical summaries, where standardization of fishing effort is done using the efficiency factors for each year, as given in Tables 2 and 3. Series "B" was constructed using the computer runs discussed by Martin (1962). The use of these data employing the mean efficiency factors rather than those for the individual years, avoided extensive retabulation of the data and resulted in only minor differences in the standardization of effort and catch-per-effort for those years. Table 7 gives the tonnage of yellowfin tuna included in Tables 5 and 6, together with the total tonnage of yellowfin logged from the Eastern Pacific area, as reported by Alverson (1960), for the years 1952-1958 and from unpublished data in the Tuna Commission files for the years 1959-1960. The comparisons utilize a large share of the purse-seine tonnage of yellowfin tuna logged each year, but a much smaller percentage of the tonnage logged by the bait vessels.

Preliminary estimation of the relationship between purse-seine fishing success (X) and baitboat success (Y) for the period 1959-1960, for both series, and for the period 1952-1957, for the Series "A", was made

by grouping the data into intervals by ascending values of X and computing and plotting the arithmetic means for both X and Y for these intervals. Examination of these plots suggested curvilinearity. However, statistical tests for departure from linearity proved to be non-significant. Nevertheless, a linear relationship between the catch-per-effort for baitboats and the catch-per-effort for purse-seiners appeared to be unsatisfactory for the following reasons:

1. Theoretically the measure of apparent abundance should approach zero for both gears as the true abundance approaches zero. However, intercepts of the linear regression lines, for both periods, showed significant departure from zero.
2. The standard deviation of Y computed for each interval of X , increased as X increased, thereby violating one of the assumptions under which the least squares technique is employed.
3. The linear regression lines appeared to provide poor fits to the data, particularly for small values of X .

These objections were largely overcome by the use of logarithmic transformations for both variables; consequently all the graphs (except Figures 6 and 7) and the statistical analyses have employed the transformed data.

1959-1960

The comparisons between gear made by the one-degree sub-areas (Series "B") might provide a better estimate of the relative efficiency of the two types of gear than the comparisons by five-degree areas (Series "A"). However, conversion of catch-per-effort for purse-seiners to baitboat units (the central problem), by month, by smaller divisions than five-degree areas is not practical in routine application.

The relationship of the values for individual months, for five-degree areas combined into major divisions, in Series "A" and "B", for each type of gear, for 1959-1960, is shown in Figure 3. One point, June, 1960 for area S05-080, is particularly aberrant in the baitboat data. Detailed examination of the fishing effort by one-degree sub-areas revealed that this point was weighted to a large degree by 23.4 standard fishing days by baitboats in sub-area 17 of this area, where there was no purse-seine fishing during the month. This sub-area was edited, of course, out of the Series "B" data which included only those one-degree sub-areas where both gears fished during the month. This point has been omitted from the calculations of the relationship of purse-seine catch-per-day's-fishing to that for the bait vessels as shown in Figures 4 and 5 for Series "A" and "B" respectively. Each dot (1960) and cross (1959) represents a comparison of purse-seine and baitboat success of fishing for yellowfin tuna, for one month in a major division, computed as described on page 287. There is a considerable scatter of the individual points about the line of best fit of $\log Y$ on $\log X$, in each Series, but there is a highly significant relationship between the success of fishing by the purse-seine and bait

vessels. The 95 per cent confidence limits, on the means, are indicated by the curved dashed lines on either side of the line of best fit. Analysis of covariance indicated, as might be expected from the inspection of Figure 3, that there was no significant difference between the regression for Series "A" and "B". Examination of the average relationship, in each plot, indicates that, as the abundance of yellowfin tuna increases, the catch-per-day's-fishing of the purse-seiners improves at a much more rapid rate than does the catch-per-day's-fishing of the baitboats. This may be seen more readily in Figures 6 and 7 where linear coordinates have been used. The curved line in each case is the transformation of the line of best fit to the logarithms of the variables, while the straight line is fitted to the points on linear coordinates. Over a major portion of the range of the data there is little difference between these two lines. However, at the lower levels of abundance considerable divergence can be noted as the line fitted to the logarithms passes through the origin while the linear relationship has a significantly positive intercept in each case. There are no values, for the purse-seine gear, which are below 1.2 tons in either Series so that extrapolation of the relationship of Y and X is somewhat tenuous below this point. However, examination of the data for 1952-1957 (Figure 8) suggests that the extrapolation used for the 1959-1960 data is quite realistic. As there has been little fishing effort in this latter period which yielded values below the 1.2 ton level, any errors in the conversion of catch-per-effort to bait vessel units could have but a minor effect on the measurement of apparent abundance of yellowfin tuna for the Eastern Pacific area for these years. However, if the stock of fish is reduced to a level substantially below that obtained in 1959-1960, an increasing proportion of the effort will be at the lower levels of catch-per-unit-of-effort.

The data in Series "A" were also divided into two groups for comparison, those from north and those from south of 15 degrees north latitude. An analysis of covariance, in Table 8, indicated no significant difference in the relative efficiency between gears, by such major regions. Regrouping the data by year, without regard to area permitted examination of the variation between years. An "F" test, Table 9, of the appropriate mean squares indicated no significant difference in the relative efficiency of the two gears between the years 1959 and 1960.

1952-1957

It is of interest to examine the relative efficiencies of the two types of gear for the years before the purse-seine fleet was modernized. Prior to 1958, these vessels fished mainly the northern grounds during a season extending from February through August. Their catch of yellowfin tuna seldom amounted to more than 25 per cent of the total catch of that species from the Eastern Pacific area, although in some years it represented a substantial portion of the catch from the northern grounds. The relationship of logarithms of catch-per-day's-fishing for baitboats (Y) to that for purse-seiners (X), for the period 1952-1957, is shown in Figure

8. Each dot represents a comparison of purse-seine and baitboat fishing success, for one month in a major division. There is a considerable amount of scatter of the individual points about the line of best fit of $\log Y$ on $\log X$, with a highly significant relationship between the two variables. The 95 per cent confidence limits for the average relationship are indicated by the dashed line on either side of the regression line. It appears, as was the case for the 1959-1960 relationship, that as the abundance of yellowfin tuna increases, the success of purse-seine vessels in harvesting the stock improves at a much more rapid than does the success for the baitboats.

The data were divided into two groups of comparisons, those from north and those from south of 15 degrees north latitude. An analysis of covariance, in Table 8, indicates no significant difference in the relative efficiencies between gears, by area. Regrouping the data by year, without regard to area, permitted examination of the variation among years as shown in Table 9. An "F" test of the appropriate mean squares indicated no significant difference in the relative efficiencies of the two gears through the years 1952-1957.

1959-1960 compared with 1952-1957

Examination of Figures 4 and 8, and the analysis of covariance shown in Table 9, suggests that during the period 1952-1960 there has been no measurable (statistical) change in the relative efficiencies between the two types of gear, when fishing at the same time and in approximately the same areas. This result is somewhat different than that postulated by Orange and Broadhead (1959) and Broadhead and Marshall (1961), who examined the records of catch from the entire Eastern Pacific without regard to time and area stratification. This would suggest that a large share of the recent success by the purse-seine fleet has been due to their increased ability to concentrate in areas and at times of the year coincident with good abundance of yellowfin tuna. Unpublished information of the distribution of the catches of yellowfin tuna by this fleet during 1959, 1960 and 1961 shows large changes in the temporal and spatial distribution of the effort and catch of tuna by this fleet, compared with the published data of Alverson (1960). However, the complete understanding of this problem must await the collection of a longer series of catch data for the modernized purse-seine fleet.

SOURCES OF VARIABILITY OF THE DATA

The degree of scatter of the individual points about the lines of best fit in Figures 4-8 is of some concern, as it results in fairly broad confidence limits about the regression of $\log Y$ on $\log X$, which is to be used to convert the purse-seine catch-per-effort to baitboat units. To examine this variability in greater detail, several additional graphs and calculations have been made using the data listed in Table 5.

The effect of sample size

Griffiths (1960) has shown that small amounts of fishing effort often

generate unreliable measures of apparent abundance. For this reason the data in Table 5 were edited initially to include only those comparisons where ten or more standard days of fishing was done by each gear, in a five-degree area, in a given month. To examine the effect of fishing effort on the variability of the data, the comparisons were edited further to include only those points which were based on at least 100 days of effort for each gear, in a given month and major division. Graphs (not shown) of these data were constructed in the same fashion as Figures 4 and 8, but they gave no reduction in the degree of scatter of the points about the lines of best fit. Apparently the variability is not the result of the inclusion of points which have been computed on the basis of too little fishing effort.

The effect of interference between gears

One might hypothesize that purse-seine fishing within an area has a detrimental effect (other than the reduction of the stock size) on baitboat fishing for yellowfin tuna. This hypothesis was examined grossly by plotting the apparent abundance of yellowfin tuna, as measured by the catch-per-effort of baitboats for each five-degree area, against the total amount of purse-seine effort within that area. The random scatter of the points suggested that, over the large sea area encompassed by five degrees of latitude and longitude, purse-seine effort has little effect on the success of baitboat fishing. It is unlikely, therefore, that vessel interference is a major factor.

Seasonal variation

The data for all years (1952-1960) were separated by two major seasonal divisions. The months April-September were taken as the warm period for areas north of the equator and as the cold period for areas south of the equator, while the months October-March were taken as the cold period for areas north of the equator and the warm period south of the equator. The baitboat measure of abundance was then plotted against that for the purse-seiners, by major divisions for each of these periods separately in Figures 9 and 10. The scatter of the individual points about the line of best fit for the cold-water period, shown in Figure 9, is significantly less than that for the warm-water period shown in Figure 10. However, there is no significant difference in the average relationship between gears for each period. No explanation is advanced at this time for the decreased variability of the data during the cold-water period except to note that it is obviously the result of the interaction between the behavior of the fish and the fishing vessels during these seasons of the year.

MEASURES OF APPARENT ABUNDANCE FOR YELLOWFIN TUNA

It is now possible, having obtained an average relationship between Y and X ($Y = 1.08X^{0.516}$, 1959-1960 data in Series "A") for the conversion of purse-seine to baitboat catch-per-effort, to estimate apparent abundance of yellowfin tuna in terms of baitboat units from the purse-seine data,

and this estimate may be combined with the estimate from the baitboat data alone. In addition there are the separate baitboat and purse-seine series previously computed, giving then, four measures of apparent abundance for yellowfin tuna:

1. Baitboat catch-per-day's-fishing expressed in Class 4 baitboat units.
2. Purse-seine catch-per-day's-fishing expressed in Class 3 purse-seine units.
3. Purse-seine catch-per-day's-fishing expressed in Class 4 baitboat units.
4. The combination of estimates 1 and 3, weighted by catch and effort, to give an estimate in Class 4 baitboat units using data from both types of gear combined.

The baitboat measure of apparent abundance has been used in the past to construct the long-term series used by Schaefer (1957) to calculate the level of effort required, on the average, to harvest the maximum sustainable catch of yellowfin tuna from the Eastern Pacific area.

The purse-seine measure of apparent abundance has been calculated routinely since 1951, but coverage of the fishery by this fleet, prior to 1959, has been inadequate for all except the most northerly areas of the fishery.

The conversion of purse-seine measure of apparent abundance to baitboat equivalent units has been obtained, for 1959 and 1960, in the following manner:

1. The purse-seine effort was standardized to Class 3 units by means of the yearly efficiency factors, and the catch-per-day's-fishing, in tons (X), obtained for each month, for each major division.
2. For each value of X an appropriate correction factor (X/Y) was obtained using the formula, $Y = 1.08X^{0.516}$, to adjust the purse-seine effort to units of baitboat effort. It was necessary to make these individual corrections by month and area strata because of the curvilinear nature of Y on X .
3. The adjusted units of effort were then summed for all areal divisions to obtain the total logged effort and this was then divided into the catch of yellowfin tuna logged by the purse-seine fleet, to obtain the catch-per-day's-fishing in baitboat units.

A combined estimate of apparent abundance for all logbook data was obtained by summing the effort by the baitboats with that by the purse-seiners (in baitboat units) and dividing this effort into the total tonnage of yellowfin tuna logged by the fleets for the year.

A comparison of the calculations of apparent abundance by the four methods, for the years 1959 and 1960, is given in the following table.

<u>Year</u>	<u>Catch-per-day's-fishing, in pounds (from logbook data)</u>			
	<u>Method 1</u>	<u>Method 2</u>	<u>Method 3</u>	<u>Method 4</u>
1959	4,982	13,951	6,185	5,525
1960	7,640	15,983	6,616	6,817

The results obtained are most encouraging, as differences among estimates obtained by methods 1, 3 and 4, for both years, are minor and well within the range of quasi-random variability of the long-term baitboat index (Schaefer, 1957). For a more detailed discussion of the use of these data in models of the dynamics of the yellowfin tuna fishery the reader is referred to Schaefer, 1962. The final test of the reliability of these methods of equating purse-seine and baitboat measures of apparent abundance must, of necessity, await the examination of a long-term series of data on the operations of the modernized purse-seine fleet.

COMPARISON OF THE USE OF LOGBOOK AND TRIP INFORMATION FOR COMPUTING THE APPARENT ABUNDANCE OF YELLOWFIN TUNA

The use of logbook data to compute the apparent abundance of yellowfin tuna each year has one limitation. It is not possible to obtain complete statistics for a calendar year, from this source, until April or May of the following year because:

1. Some vessels which are at sea during December do not return to port until late February or early March, and records of their catch and effort during December are not available until that time.
2. Analysis and tabulation of data for these trips, and the machine processing of information for the entire year, require several weeks of additional time.

In the past this difficulty has been circumvented by the calculation of estimates of apparent abundance using cannery unloading weights and logbook records of fishing effort for all trips which were *completed* during the calendar year. Some catch and fishing effort from the latter portion of each year are included, therefore, in the estimate of apparent abundance for the following year. In addition, such records by trips include only information from the U. S.-based fleets (including Puerto Rico), while the logbook records include these data plus additional information from vessels based in Latin America. Table 10 gives the catch-per-day's-fishing for yellowfin tuna in the Eastern Pacific Ocean, computed from the logbook and the trip information, for baitboats and purse-seiners, for the years 1951-1960. These data, plotted in Figure 11, for each gear separately, fall close to the 45-degree lines which indicate one to one correspondence in the estimates of apparent abundance by each method.

The conversion of purse-seine catch-per-effort to baitboat units, as discussed in the previous section, using the logbook data, also has the limitation that final values of apparent abundance cannot be obtained until April or May of the following year. It is essential, however, that

preliminary estimates of this statistic be available earlier. Therefore, the conversion of purse-seine catch-per-effort to baitboat units has been done by trips, for 1959 and 1960, and the values compared, in the following table, with those obtained from the logbook records. It has been assumed, empirically, that the temporal and spatial distribution of fishing effort by trips corresponds closely enough to the month and major division stratification of fishing effort used for obtaining the conversion factors (Figure 4), that is, the same conversion factors, obtained from the regression of Figure 4, to correct mean catch-per-effort for month and major division from seiners to baitboat units were applied to the mean catch-per-effort of each seiner *trip*.

<u>Gear</u>	<u>Catch-per-day's-fishing, in pounds</u>				
	<u>Logbook</u>	<u>1959</u>		<u>1960</u>	
			<u>Trips</u>	<u>Logbook</u>	<u>Trips</u>
Baitboats (method 1)	4,982	5,220	7,640	6,892	
Purse-seiners (method 3)	6,185	6,460	6,616	6,669	
Both gears (method 4)	5,525	5,783	6,817	6,705	

The estimates thus obtained from the trip records agree rather well with those obtained from the logbook data, for both years, and on this basis it is planned to compute the preliminary estimate of apparent abundance of yellowfin tuna for the Eastern Pacific region from the trip records for 1961 and subsequent years, if the comparisons each year continue to indicate that this procedure is useful.

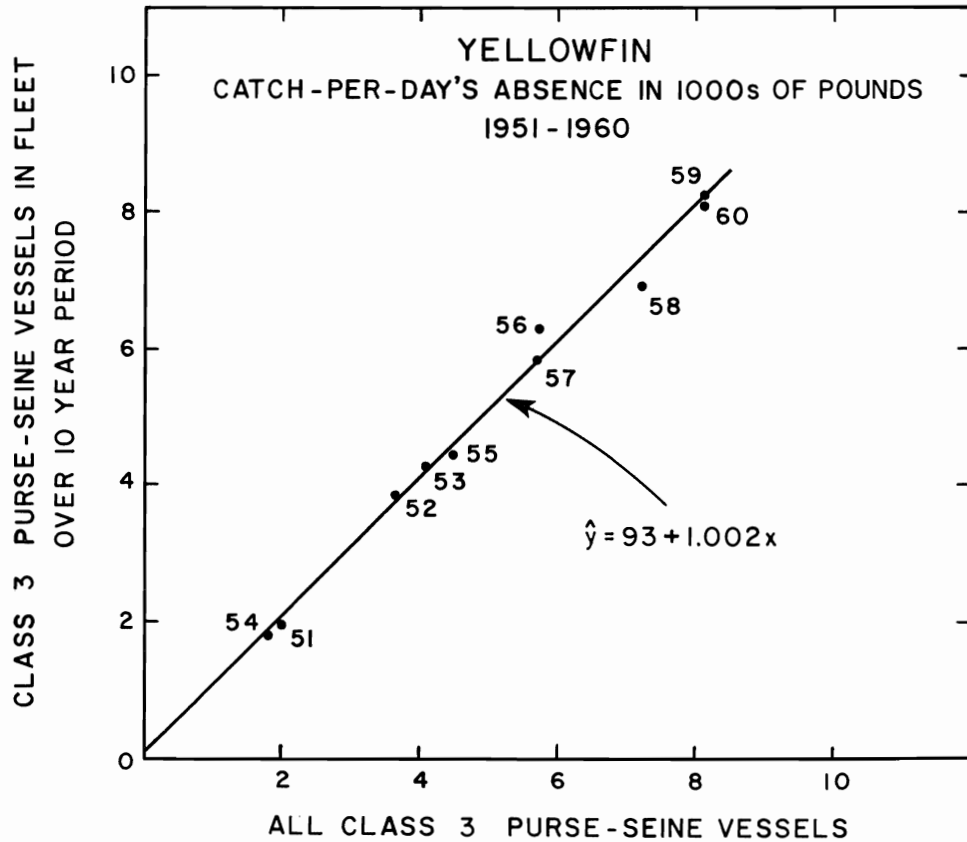


FIGURE 1. The comparison, each year, of average catch-per-day's absence for all purse-seine vessels in Class 3, with that for 33 of these vessels which operated throughout the period, 1951-1960.

FIGURA 1. Comparación anual del promedio de la captura por día de ausencia correspondiente a todos los barcos rederos en la Clase 3, con el correspondiente a 33 de estos barcos que operaron durante todo el periodo 1951-1960.

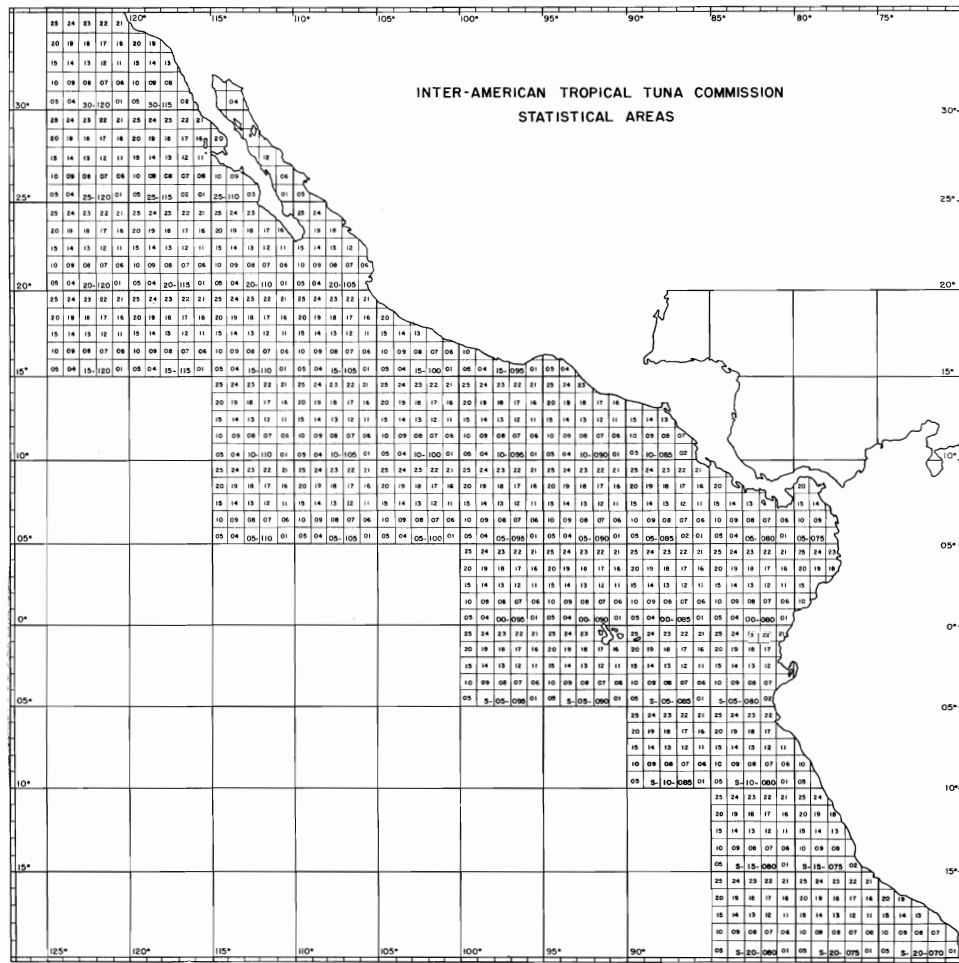


FIGURE 2. The statistical areas employed by the Inter-American Tropical Tuna Commission.

FIGURA 2. Areas estadísticas usadas por la Comisión Interamericana del Atún Tropical.

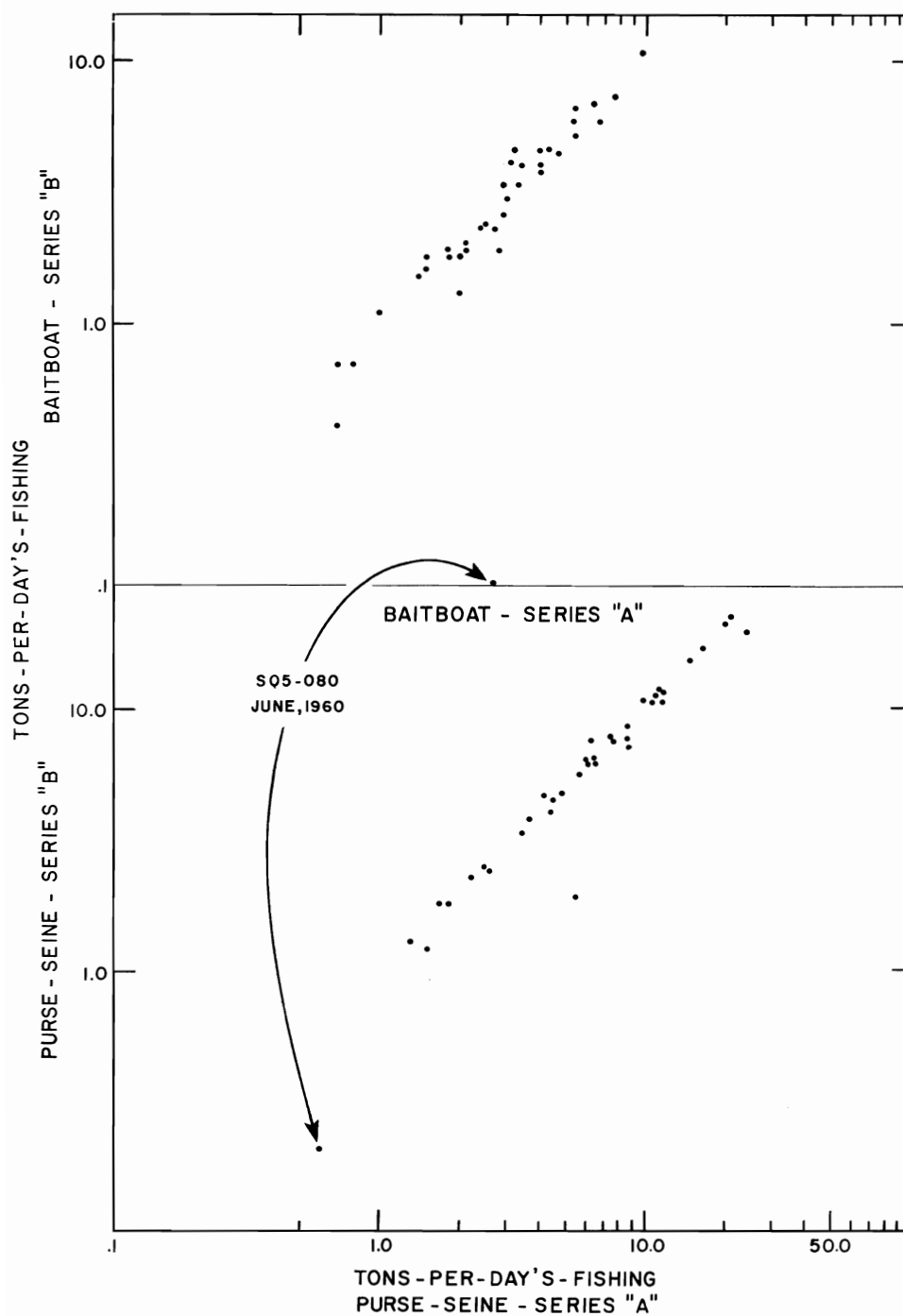


FIGURE 3. A comparison of the measures of apparent abundance of yellowfin tuna in Series "A" and Series "B", for both types of gear.

FIGURA 3. Comparación de las medidas de la abundancia aparente del atún aleta amarilla en la Serie "A" y en la Serie "B", para ambos sistemas de pesca.

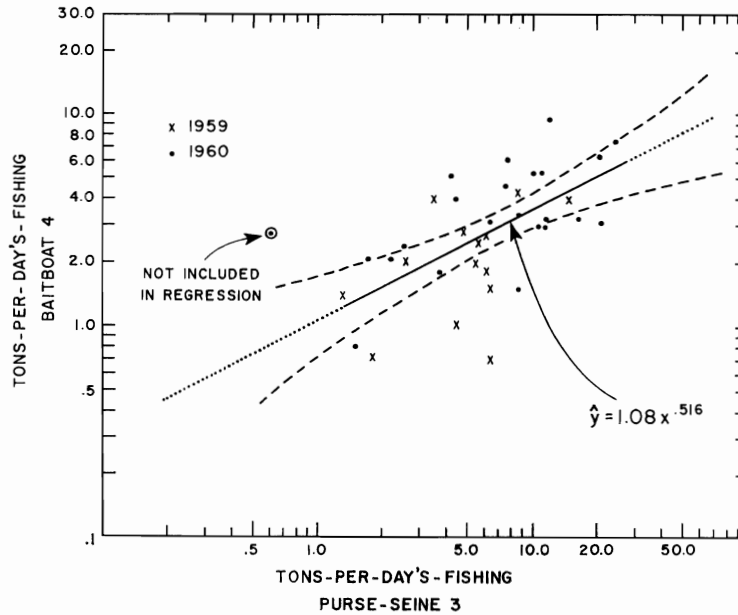


FIGURE 4. Series "A". The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by month, by major area, during the period 1959-1960, plotted on logarithmic scales.

FIGURA 4. Serie "A". Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por meses y por áreas grandes, durante el periodo 1959-1960, graficada en escala logaritmica.

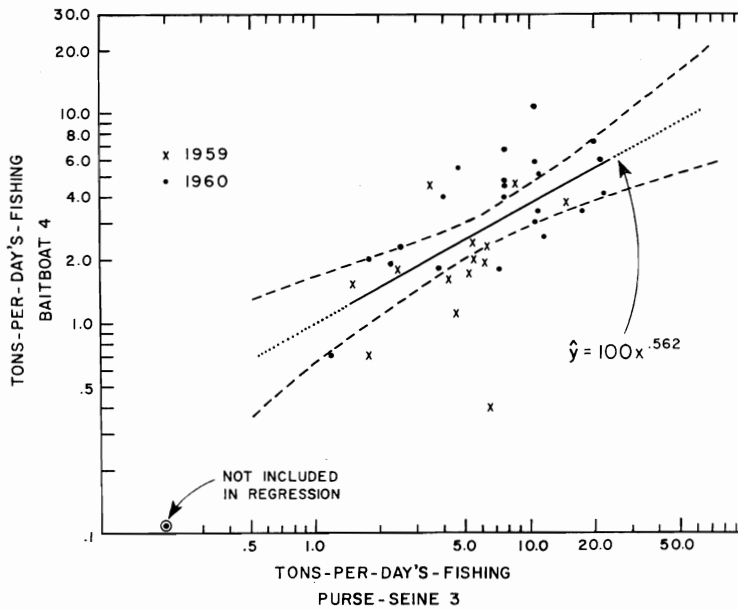


FIGURE 5. Series "B". The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by month, by major area, during the period 1959-1960, plotted on logarithmic scales.

FIGURA 5. Serie "B". Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por meses y por áreas grandes, durante el periodo 1959-1960, graficada en escala logaritmica.

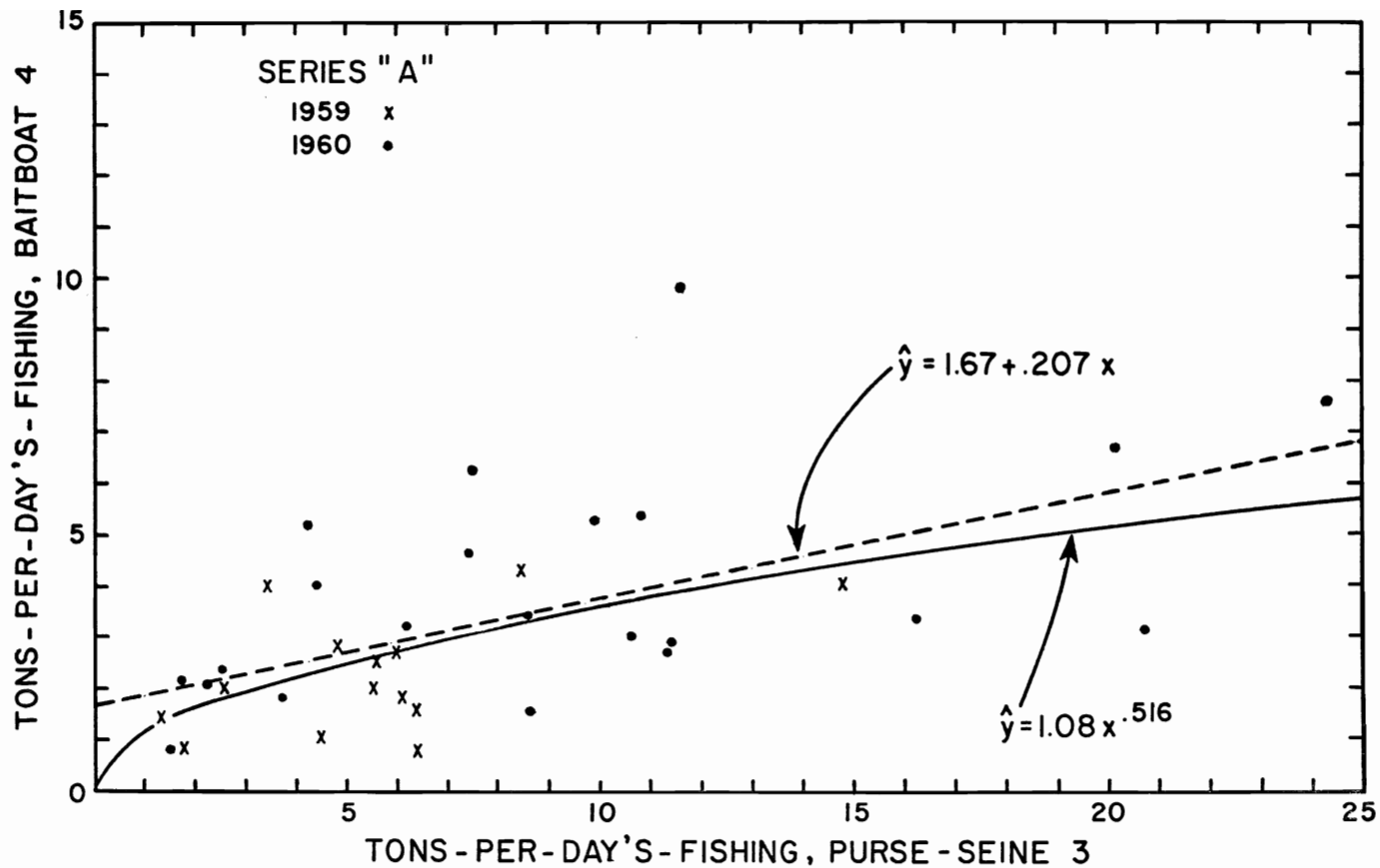


FIGURE 6. Series "A". The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by month, by major area, during the period 1959-1960.

FIGURA 6. Serie "A". Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por meses y por áreas grandes, durante el período 1959-1960.

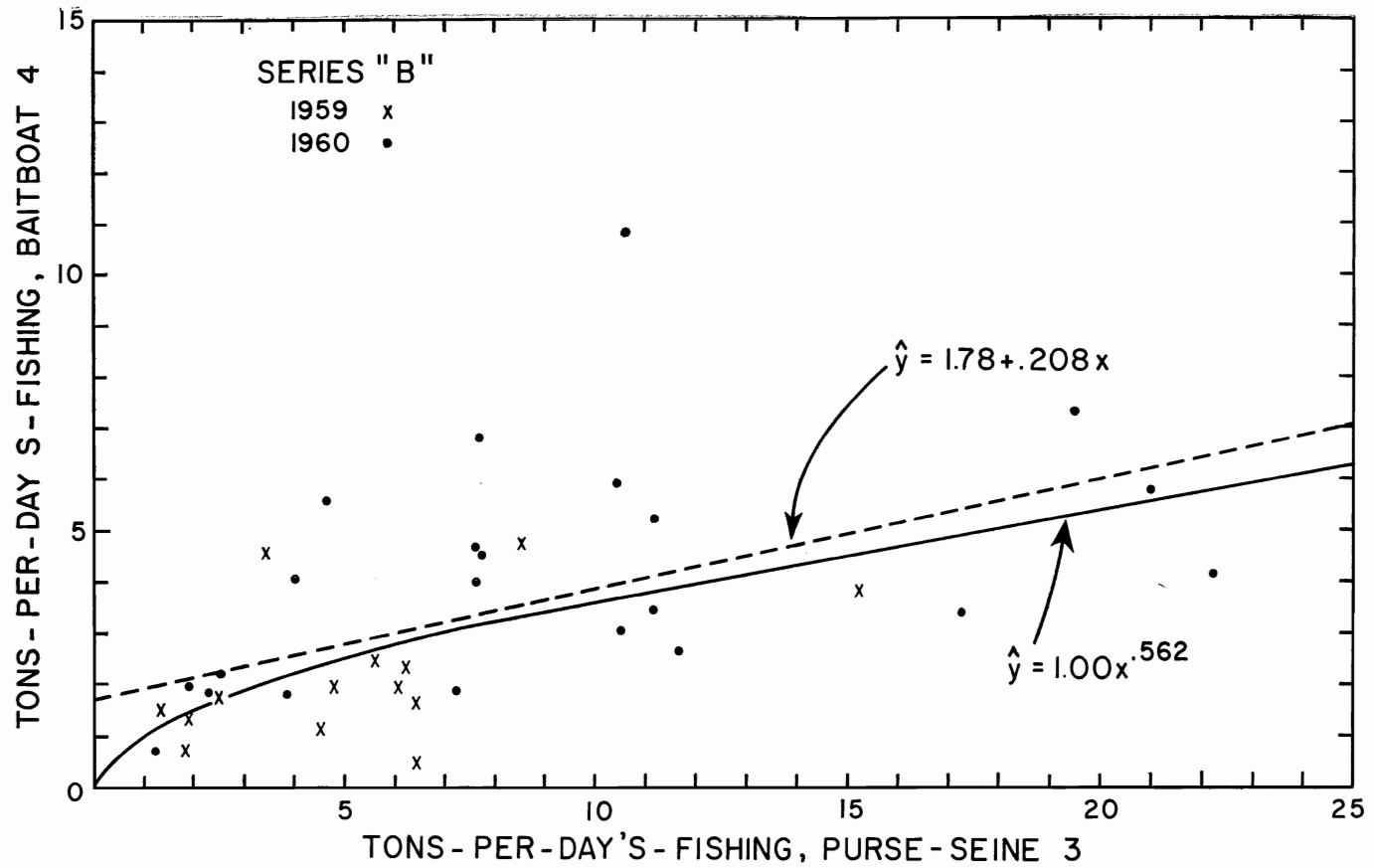


FIGURE 7. Series "B". The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by month, by major area, during the period 1959-1960.

FIGURA 7. Serie "B". Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por meses y por áreas grandes, durante el período 1959-1960.

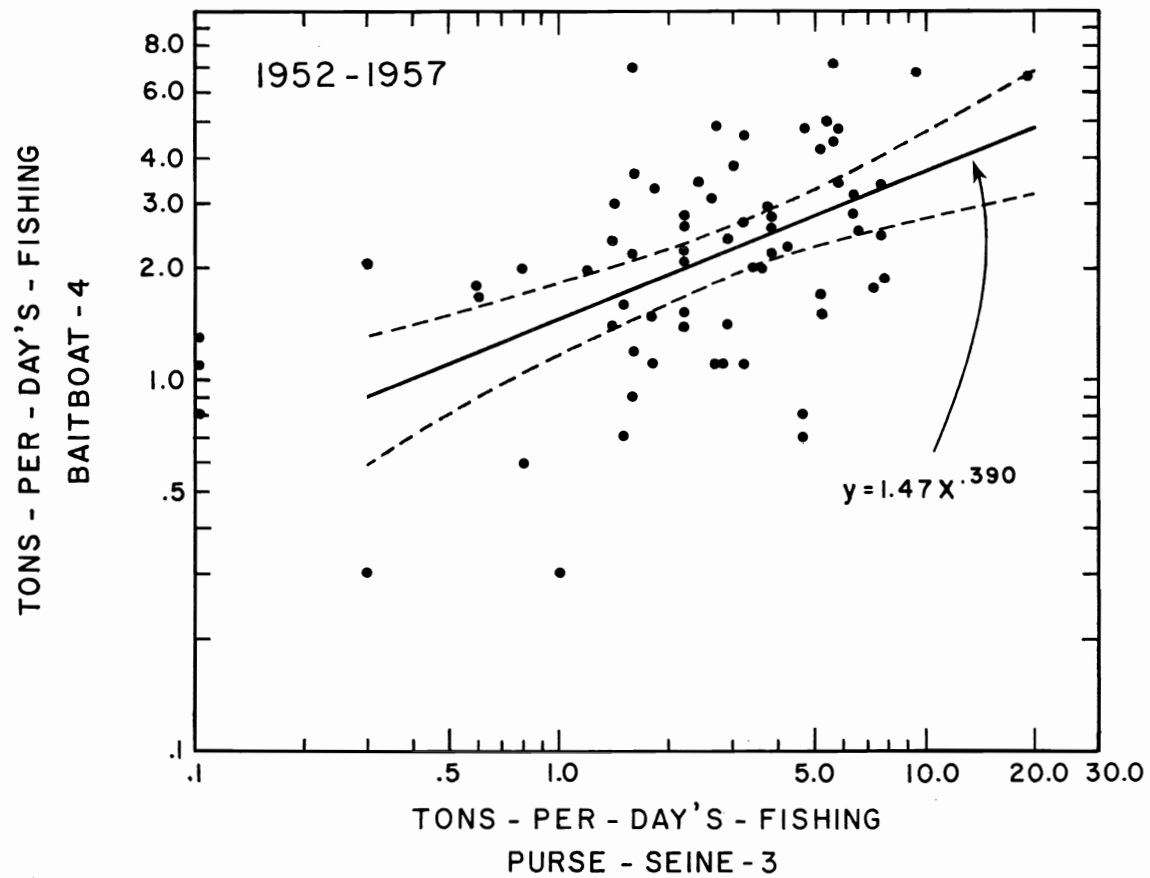


FIGURE 8. The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by month, by major area, during the period 1952-1957, plotted on logarithmic scales.

FIGURA 8. Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por meses y por áreas grandes, durante el período 1952-1957, graficada en escala logarítmica.

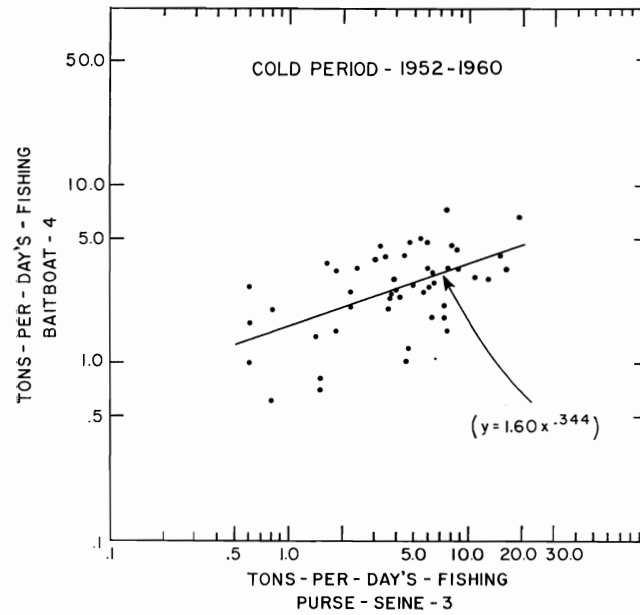


FIGURE 9. The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by major area, for the cold months during the period 1952-1960, plotted on logarithmic scales.

FIGURA 9. Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por áreas grandes, durante los meses fríos en el periodo 1952-1960, graficada en escala logarítmica.

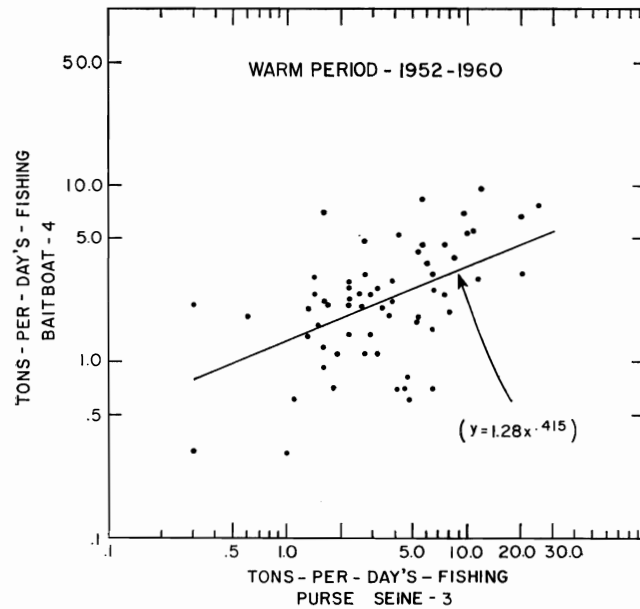


FIGURE 10. The relationship of the success of purse-seiners and baitboats in fishing for yellowfin tuna, by major area, for the warm months during the period 1952-1960, plotted on logarithmic scales.

FIGURA 10. Relación entre el éxito de los barcos rederos y el de los barcos de carnada en la pesca de atún aleta amarilla, por áreas grandes, durante los meses de calor en el periodo 1952-1960, graficada en escala logarítmica.

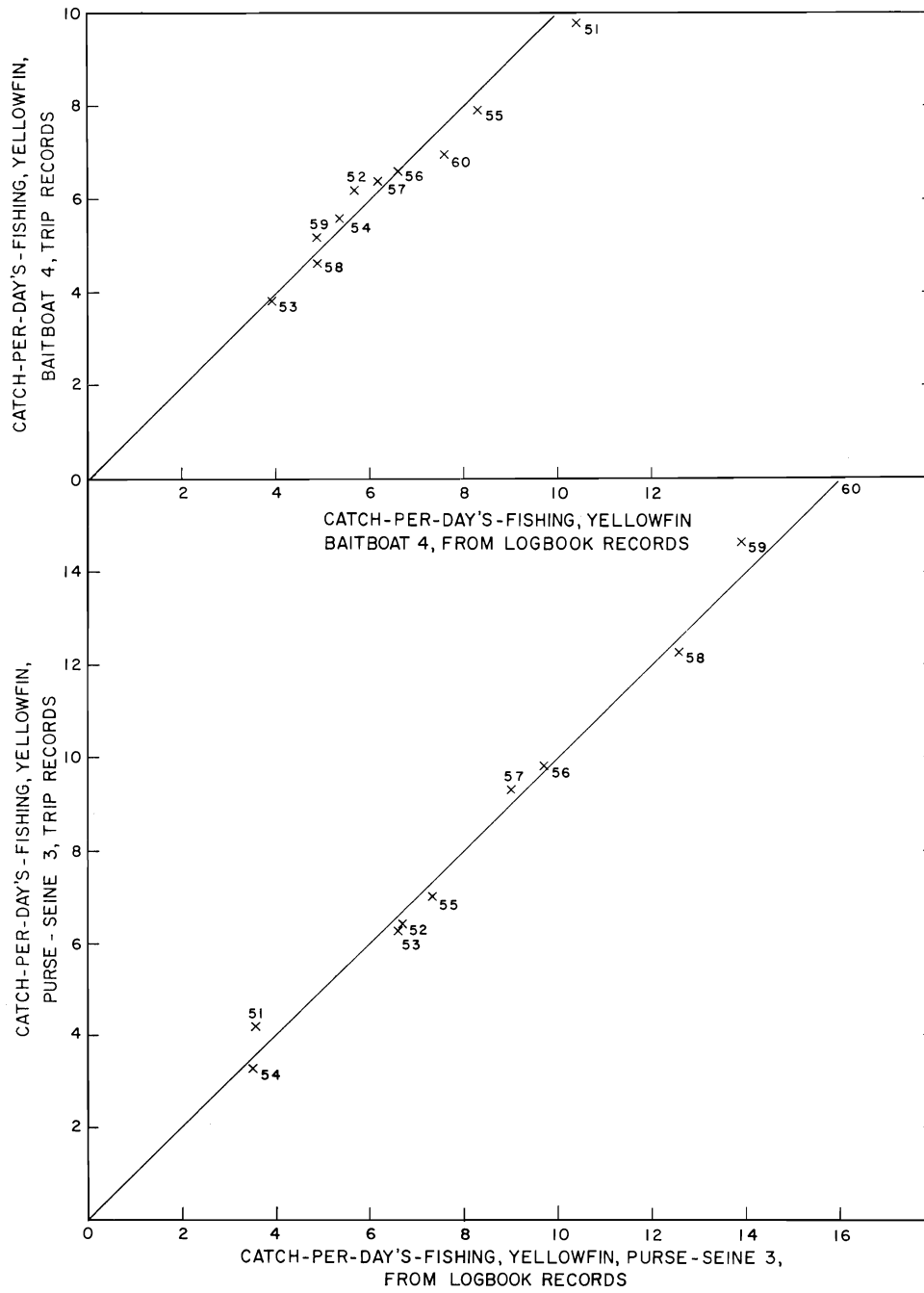


FIGURE 11. Comparison of catch-per-day's-fishing for yellowfin tuna compared from logbook and trip records, for both purse-seiners and baitboats, 1951-1960.

FIGURA 11. Comparación de la captura de atún aleta amarilla por día de actividad computada de los registros de los cuadernos de bitácora y de los viajes, tanto con respecto a los barcos rederos como a los barcos de carnada, 1951-1960.

TABLE 1. The numbers of California-based baitboats and purse-seiners, and their respective catches of yellowfin and skipjack tuna for the years 1951-1960.

TABLA 1. Número de barcos de carnada y de barcos rederos con base en California, y sus respectivas capturas de atunes aleta amarilla y barriletes en los años 1951-1960.

Year	Baitboats			Purse-seiners		
	Number vessels	Catch in tons Yellowfin	Catch in tons Skipjack	Number vessels	Catch in tons Yellowfin	Catch in tons Skipjack
Año	Barcos de carnada			Barcos rederos		
	Número de barcos	Captura en toneladas Atún aleta amarilla	Captura en toneladas Barrilete	Número de barcos	Captura en toneladas Atún aleta amarilla	Captura en toneladas Barrilete
1951	225	72,200	50,285	78	7,273	6,383
1952	202	72,871	36,072	64	15,141	5,298
1953	190	48,414	56,011	64	17,770	5,700
1954	182	51,302	67,484	69	8,405	9,390
1955	172	47,498	45,334	63	13,540	5,716
1965	165	54,221	57,033	64	20,095	2,787
1957	162	52,303	42,258	50	16,024	2,961
1958	151	41,117	56,780	44	20,088	2,144
1959	132	26,807	43,183	53	27,376	6,024
1960	67	21,694	17,285	83	72,955	5,840

Source of information: Catch data furnished by the California Department of Fish and Game and edited by Tuna Commission staff. Numbers of vessels fishing from California ports based on Tuna Commission records.

Fuente de información: Los datos de la captura fueron suministrados por el California Department of Fishing and Game y preparados por el personal de la Comisión del Atún para su publicación. El número de los barcos que operan desde puertos de California está basado en los registros de la Comisión del Atún.

TABLE 2. Efficiency factors used in standardizing fishing effort by baitboats to Class 4, for the years 1951-1960, together with the 10-year means for each class.

TABLA 2. Factores de eficiencia usados en la estandarización a la Clase 4 del esfuerzo de pesca de los barcos de carnada, para los años 1951-1960, junto con las medias de diez años para cada clase.

Years Años	Size-classes Clases de tamaño					
	1	2	3	4	5	6
1951	0.36	0.62	0.89	1.00	1.17	.90
1952	0.41	0.72	0.87	1.00	1.03	.89
1953	0.62	0.51	0.83	1.00	1.44	1.19
1954	0.37	0.54	0.92	1.00	1.09	1.02
1955	0.31	0.53	0.82	1.00	1.22	1.06
1956	0.31	0.45	0.71	1.00	1.28	1.26
1957	0.45	0.47	0.80	1.00	1.06	1.46
1958	0.38	0.58	0.88	1.00	1.14	1.53
1959	0.24	0.36	0.88	1.00	1.14	1.31
1960	0.24	0.46	0.77	1.00	1.26	1.31
Arithmetic mean 1951-1960	0.37	0.52	0.84	1.00	1.19	1.19
Media aritmética 1951-1960						

TABLE 3. Efficiency factors used in standardizing fishing effort by purse-seiners to Class 3, for the years 1951-1960, together with the 10-year mean for each class.

TABLA 3. Factores de eficiencia usados en la estandarización a la Clase 3 del esfuerzo de pesca de los barcos rederos, para los años 1951-1960, junto con las medias de diez años para cada clase.

Years	Size-classes					
Años	Clases de tamaño					
	1	2	3	4	5	6
1951		0.32	1.00	1.64		
1952		1.05	1.00	.93		
1953		0.87	1.00	.71		
1954		0.75	1.00	1.28*		
1955		0.84	1.00	2.35		
1956		0.87	1.00	1.84		
1957		0.87	1.00	1.39		
1958		0.92	1.00	1.08		
1959	0.60*	0.82	1.00	1.30	1.20	
1960	0.72*	0.62	1.00	1.40	1.33	1.02*
Arithmetic mean 1951-1960	0.66	0.79	1.00	1.39	1.27	1.02
Media aritmética 1951-1960						

* One vessel in this class for the year

* Sólo un barco en esta clase para el año

TABLE 4. The number of vessels, days fishing, catch and catch-per-day's-fishing for yellowfin and skipjack during 1960, for both "regular" and converted Class 3 seiners.

TABLA 4. Número de barcos, días de pesca, captura y captura de atunes aleta amarilla y barriletes por día de actividad durante 1960, tanto para los barcos rederos "regulares" como para los convertidos de la Clase 3.

Vessel Type	No.	Days fishing	Catch in pounds		Catch-per-effort, in pounds	
			Yellowfin	Skipjack	Yellowfin	Skipjack
Tipo de barco	No.	Día de pesca	Captura en libras		Captura según el esfuerzo, en libras	
			Atún aleta amarilla	Barrilete	Atún aleta amarilla	Barrilete
"Regular" "Regulares"	37	2913	43,632,597	3,158,843	14,979	1,084
Converted Convertidos	14	1116	15,389,936	2,323,302	13,790	2,082
Total	51	4029	59,022,533	5,482,145	14,649	1,361

TABLE 5. Series "A". Fishing effort (standardized to Class 3 purse-seiner and Class 4 baitboat) and catch-per-effort for each gear, by month, by five-degree area and by month major division, 1952-1960.

TABLA 5. Serie "A". Esfuerzo de pesca (estandarizado a la Clase 3 de los barcos rederos y a la Clase 4 de los barcos de carnada) y captura según el esfuerzo, para cada sistema, por mes, por áreas de cinco grados, y por mes por divisiones grandes, 1952-1960.

Area	Month	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
1952					
20-105	2	36.0	2.4	80.4	3.4
20-105	3	236.0	6.4	146.7	2.8
20-105	4	352.4	1.6	40.0	0.9
20-105	5	587.5	3.7	168.0	2.6
25-110B		72.5	0.7	18.9	2.6
		660.0	2.2	186.9	2.6
20-105	6	294.5	3.4	81.0	2.0
20-110		15.0	0.9	203.9	2.2
		309.5	2.2	284.9	2.1
20-105	7	59.0	0.8	16.5	1.6
20-110		34.0	3.1	476.7	4.3
25-110B		178.0	2.8	186.4	2.5
		271.0	2.2	679.6	2.8
25-110B	8	88.0	5.2	516.5	1.5
25-110B	9	48.0	7.9	381.5	1.9
25-110B	10	57.0	1.6	550.8	3.6
1953					
05-080	1	15.0	1.5	64.9	0.5
05-085		18.0	6.9	69.3	4.1
		33.0	4.2	134.2	2.3
05-080	2	28.2	0.8	259.0	1.0
05-085		15.5	0.9	388.4	2.1
10-085		12.7	0.0	214.0	2.0
		56.4	0.6	861.4	1.7
05-080	3	22.9	0.0	161.2	0.5
05-085		27.5	1.6	183.8	0.7
		50.4	0.8	345.0	0.6
15-110	3	31.0	5.3	149.5	5.1
20-105		286.6	5.4	191.6	4.9
		317.6	5.4	341.1	5.0
S05-080	3	74.9	0.3	276.6	2.1
15-110	4	23.5	2.9	207.8	3.3
20-105		365.6	4.1	75.6	0.7
25-110B		150.1	1.6	11.8	0.3
		539.2	2.9	295.2	1.4
15-110	5	60.8	4.0	224.8	3.6
20-105		277.4	2.3	84.9	2.3
20-110		168.2	3.2	103.3	2.1
		506.4	3.2	413.0	2.7
15-110	6	22.0	0.1	272.1	3.8
20-105		277.2	2.4	41.6	0.3
20-110		227.4	7.7	677.4	2.0
		526.6	3.4	991.1	2.0
20-110	7	158.4	7.9	995.6	1.0
25-110B		240.2	1.6	124.7	0.6
		398.6	4.7	1120.3	0.8

VESSEL EFFICIENCY

307

Area	Month	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
20-110	8	200.6	5.0	598.0	1.6
25-110B		111.8	1.4	289.1	0.6
		312.4	3.2	887.1	1.1
25-110B	9	30.2	1.9	556.3	0.4
25-115		12.6	0.0	64.7	0.2
		42.8	1.0	621.0	0.3
S05-080	10	38.0	0.0	691.9	1.1
S05-080	11	20.7	0.0	224.2	0.4
S10-075		14.0	7.0	11.7	2.6
S10-080		18.1	4.3	34.5	3.7
		52.8	3.8	270.4	2.2
1954					
15-110	2	77.0	1.9	94.1	2.7
20-105		81.3	0.8	27.8	0.0
		158.3	1.4	121.9	1.4
S05-080	2	112.7	0.6	241.0	1.8
15-100	3	10.0	3.3	37.9	2.3
15-100		50.3	1.1	140.6	2.1
20-105		857.1	1.1	22.3	0.0
		917.4	1.8	200.8	1.5
S05-080	3	43.8	0.0	68.2	1.3
05-075	4	31.4	3.4	115.5	3.4
05-080		39.8	1.1	280.0	0.8
05-085		23.5	0.7	181.8	2.1
10-085		14.5	0.0	583.6	1.7
		109.2	1.3	1160.9	2.0
15-095	4	13.8	0.7	130.0	3.2
15-100		96.1	1.1	200.8	6.1
15-110		74.4	2.5	92.9	2.5
20-105		417.5	1.3	34.9	0.3
		601.8	1.4	458.6	3.0
05-075	5	20.2	3.0	53.9	1.1
10-085		234.2	0.1	464.9	1.3
		254.4	1.6	518.8	1.2
15-110	5	85.8	1.3	261.4	2.7
20-105		359.0	1.8	46.0	1.3
20-110		15.8	1.0	43.6	3.3
		460.6	1.4	351.0	2.4
15-110	6	24.9	0.3	88.8	4.3
20-105		234.0	3.0	20.5	0.3
20-110		191.4	5.3	441.7	2.6
		450.3	2.9	551.0	2.4
20-110	7	30.8	0.5	425.0	3.5
25-110B		123.8	3.8	414.2	0.8
		154.6	2.2	839.2	2.2
20-110	8	48.5	5.2	116.5	1.3
25-110B		131.3	0.5	449.4	0.9
		179.8	2.8	565.9	1.1
25-110B	9	148.3	1.8	323.3	1.1
S05-080	12	29.0	0.1	384.7	0.8
1955					
S05-080	1	234.0	0.3	155.8	0.3
05-080	2	34.5	3.8	366.3	1.5
05-085		38.0	3.2	79.8	2.6
		72.5	3.5	446.1	2.0

Area	Month	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
15-110	2	49.6	5.8	74.1	4.8
05-080	3	36.4	1.3	283.2	0.5
05-085		81.4	1.7	98.6	0.9
		117.8	1.5	381.8	0.7
15-110	3	154.1	2.8	84.6	3.1
20-105		232.9	3.2	15.7	4.4
		387.0	3.0	100.3	3.8
15-110	4	119.3	4.4	21.6	10.8
20-105		390.0	6.9	30.9	3.6
		509.3	5.6	52.5	7.2
15-110	5	48.1	5.4	91.5	6.9
20-105		796.0	4.9	34.9	1.5
		844.1	5.2	126.4	4.2
15-110	6	21.3	1.2	60.9	9.9
20-105		81.4	1.8	52.3	9.4
20-110		11.3	1.7	87.5	1.7
		114.0	1.6	200.7	7.0
20-105	7	100.3	6.0	47.4	7.5
20-110		37.9	2.2	241.3	5.1
25-110B		34.7	0.0	22.1	2.2
		172.9	2.7	310.8	4.9
25-110B	8	54.9	5.6	177.5	4.5
1956					
15-110	1	41.9	19.0	133.6	6.7
15-110	2	311.8	9.1	112.3	2.0
20-105		71.2	5.7	324.8	1.7
		383.0	7.4	437.1	1.8
15-110	3	399.1	8.3	50.2	6.4
20-105		242.7	6.9	18.6	0.5
		641.8	7.6	68.8	3.4
05-085	4	14.2	6.4	140.9	3.5
10-085		21.6	1.3	210.7	2.2
		35.8	3.8	351.6	2.8
15-110	4	209.4	4.5	68.7	0.8
20-105		349.1	4.6	69.6	0.6
		558.5	4.6	138.3	0.7
05-085	5	26.7	6.4	43.5	3.1
15-110	5	100.1	4.2	39.5	5.5
20-105		318.3	4.0	150.4	2.9
20-110		31.1	0.0	54.1	0.8
		449.5	2.7	244.0	3.1
15-110	6	11.7	19.2	147.6	13.8
20-105		215.7	2.8	144.4	6.5
20-110		332.1	6.6	94.2	0.3
		559.5	9.5	356.2	6.9
20-105	7	85.8	4.4	20.0	4.3
20-110		135.9	4.6	326.6	1.1
25-110B		56.6	0.0	25.7	0.0
25-115		44.7	0.0	19.0	0.0
		323.0	2.2	391.3	1.4
15-110	8	11.0	12.9	241.8	3.6
20-110		48.4	7.4	241.5	1.2
25-110B		18.2	0.0	282.9	1.5
25-115		44.7	0.0	41.3	0.4
		122.3	5.1	807.5	1.7

VESSEL EFFICIENCY

309

Area	Month	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
25-110B	9	28.4	0.3	412.9	2.0
25-115		12.0	2.9	77.8	2.3
		40.4	1.6	490.7	2.2
15-110	10	127.6	2.4	73.4	3.3
20-105		11.4	0.6	131.8	2.2
20-110		15.5	0.0	193.4	0.4
25-110B		23.3	0.0	196.3	2.3
		177.8	0.8	594.9	2.0
15-110	11	169.5	3.3	102.9	6.0
20-105		13.0	0.4	126.9	0.7
		182.5	1.8	229.8	3.3
15-110	12	62.1	4.7	156.0	4.8
1957					
15-110	1	84.0	3.2	63.5	4.6
15-110	2	506.6	3.9	89.9	3.3
20-105		12.0	3.8	117.4	1.9
		518.6	3.8	207.3	2.6
15-100	3	17.5	7.7	223.8	3.8
15-110		266.6	3.6	60.6	5.2
20-105		299.7	6.1	105.2	1.2
		583.8	5.8	389.6	3.4
15-110	4	14.0	10.1	194.6	2.2
15-110		167.5	5.4	179.4	4.3
20-105		436.7	4.4	69.8	1.0
		618.2	6.6	443.8	2.5
15-110	5	144.5	7.4	148.0	2.8
15-105		15.3	6.5	40.4	2.3
15-110		75.2	7.8	254.6	4.3
20-105		343.1	8.9	92.0	0.4
		578.1	7.6	535.0	2.4
20-105	6	30.0	2.6	60.5	2.6
20-110		38.0	0.4	362.5	0.7
		68.0	1.5	423.0	1.6
20-110	7	47.4	4.6	438.6	1.4
25-110B		179.3	3.5	233.7	2.0
25-115		38.1	0.0	58.7	0.0
		264.8	2.7	731.0	1.1
15-110	11	85.3	7.7	195.9	3.5
20-105		17.0	0.0	273.8	2.3
		102.3	3.8	469.7	2.9
15-110	12	140.1	2.2	51.2	2.5
1958					
15-110	1	70.6	4.6	150.1	1.2
S05-080	1	70.7	1.1	34.5	0.6
15-100	2	38.7	3.5	194.3	2.8
15-110		210.1	4.2	156.5	2.6
20-105		38.5	3.3	102.6	2.1
		287.3	3.7	453.4	2.5
15-100	3	44.0	9.7	61.0	0.3
15-110		44.6	4.8	170.4	3.4
20-105		403.4	6.7	216.1	2.6
		492.0	7.1	447.5	2.1
20-105	4	313.3	8.3	50.2	3.9
20-105	5	74.6	4.4	121.1	3.8

Area	Monih	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
20-105	6	58.9	3.8	49.6	5.1
20-110		78.0	6.4	429.2	3.3
25-110B		131.1	7.8	121.3	2.3
		268.0	6.0	600.1	3.6
25-110B	7	57.5	8.7	563.7	1.0
25-115		24.8	0.0	58.3	0.1
		82.3	4.8	622.0	0.6
25-110B	8	114.9	11.5	293.6	1.6
25-115		20.2	0.7	342.1	0.5
30-115		26.7	0.0	75.2	0.0
		161.8	4.1	710.9	0.7
30-115	10	80.3	0.6	508.3	1.0
15-110	11	43.8	7.9	123.4	4.6
15-110	12	33.3	3.6	80.3	2.4
1959					
15-095	1	13.8	7.0	51.1	1.6
15-100		20.0	9.2	125.3	1.9
15-110		29.7	0.7	44.7	1.7
20-105		46.6	7.5	70.8	2.0
		110.1	6.1	291.9	1.8
15-100	2	11.8	0.4	36.9	3.6
15-110		13.9	3.7	57.7	1.7
20-105		203.5	14.0	44.6	2.7
		229.2	6.0	139.2	2.7
15-100	4	90.7	7.7	55.8	1.6
20-105		481.4	6.8	13.6	0.2
20-110		74.7	4.8	16.6	0.4
		646.8	6.4	86.0	0.7
25-110B	7	340.7	2.6	31.8	3.9
25-115		64.9	2.7	49.1	0.1
		405.6	2.6	80.9	2.0
25-110B	8	213.4	2.1	83.6	2.8
25-115		111.7	1.9	327.3	1.5
30-115		57.1	0.0	34.3	0.0
		382.2	1.3	445.2	1.4
S05-080	8	42.0	8.5	247.1	4.3
25-110B	9	98.5	3.6	236.4	1.3
25-115		12.4	0.0	165.9	0.1
		110.9	1.8	402.3	0.7
S05-080	9	57.7	5.5	396.8	2.0
05-085	10	59.8	5.4	28.0	1.9
10-085		15.8	1.5	84.3	6.1
		75.6	3.4	112.3	4.0
20-110	10	91.7	5.4	44.2	1.6
25-110B		129.9	3.6	174.6	0.5
		221.6	4.5	218.8	1.0
S05-080	10	28.4	6.4	191.6	1.5
05-080	11	15.4	17.7	36.3	1.6
05-085		30.8	15.4	59.0	4.4
10-090		14.7	11.2	76.8	6.0
		60.9	14.8	172.1	4.0
15-095	11	159.4	13.3	32.5	1.7
20-105		70.6	2.0	147.2	4.4
20-110		111.9	2.7	68.3	1.6
25-110B		65.1	4.2	219.2	2.3
		407.0	5.6	467.2	2.5

Area	Month	Purse-seiner		Baitboat	
		Effort	Catch-per-effort	Effort	Catch-per-effort
Area	Mes	Barco redero		Barco de carnada	
		Esfuerzo	Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Captura según el esfuerzo
15-110	12	66.7	8.1	40.0	3.2
20-105		13.0	1.5	25.5	2.4
		79.7	4.8	65.5	2.8
1960					
15-095	1	256.0	13.7	12.4	3.2
15-100		125.1	12.7	33.8	1.5
20-105		25.1	5.3	110.0	4.3
		406.2	10.6	156.2	3.0
15-095	2	179.7	14.0	39.0	2.6
15-100		379.7	11.2	76.3	3.6
20-105		74.2	8.9	100.7	2.5
		633.6	11.4	216.0	2.9
15-095	3	36.1	9.6	18.6	2.6
15-100		204.3	7.6	26.4	4.1
		240.4	3.6	45.0	3.4
05-080	3	13.4	17.4	24.4	2.6
10-095		22.6	14.9	12.6	4.0
		36.0	16.2	37.0	3.3
05-080	4	44.9	17.6	31.3	2.1
05-085		20.3	23.8	20.8	4.1
		65.2	20.7	52.1	3.1
15-095	4	90.2	12.4	40.5	6.3
15-100		91.5	9.1	20.9	4.6
		181.7	10.8	61.4	5.4
05-080	5	21.1	20.9	110.7	4.3
10-085		20.0	26.1	15.4	4.2
10-090		78.0	26.0	18.4	14.2
		119.1	24.3	144.5	7.6
15-095	5	39.1	22.5	65.4	9.9
15-100		330.2	17.7	52.5	3.5
		369.3	20.1	117.9	6.7
S05-080	5	28.0	1.5	52.0	0.8
05-080	6	75.1	10.0	48.5	3.8
05-085		27.8	6.9	13.3	3.3
10-085		58.8	12.8	31.3	5.9
10-090		110.5	9.8	37.4	8.3
		272.2	9.9	130.5	5.3
15-095	6	128.3	14.5	15.3	5.9
15-100		160.2	2.9	11.8	0.6
20-110		79.5	4.7	118.6	7.6
		368.0	7.4	145.7	4.7
S05-080	6	33.8	0.6	44.9	2.7
10-085	7	34.9	3.4	91.6	5.9
10-090		61.7	5.1	26.7	4.5
		96.6	4.2	118.3	5.2
20-110	7	352.2	4.5	155.9	3.0
25-110B		213.1	2.7	51.0	3.3
25-115		187.3	0.4	59.6	0.9
		752.6	2.5	266.5	2.4
05-080	8	28.8	12.8	31.3	2.2
10-085		147.1	9.6	51.0	2.2
10-090		235.5	11.8	23.1	4.4
		411.4	11.4	105.4	2.9
25-110B	8	159.3	1.9	32.3	1.7
25-115		54.6	1.5	47.6	2.5
		213.9	1.7	79.9	2.1

Area	Month	Effort	Purse-seiner Catch-per-effort	Effort	Baitboat Catch-per-effort
Area	Mes	Esfuerzo	Barco redero Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Barco de carnada Captura según el esfuerzo
10-085	9	199.9	11.6	36.0	7.7
10-090		79.6	11.5	11.0	12.0
		279.5	11.6	47.0	9.8
25-110B	9	94.1	4.9	134.0	3.4
25-115		46.8	2.5	17.0	0.3
		140.9	3.7	151.0	1.8
25-110B	10	30.5	2.2	117.0	2.1
10-085	10	233.7	7.5	76.5	6.3
15-100	11	63.3	2.3	20.8	3.8
25-110B		62.1	6.6	265.0	4.1
		125.4	4.4	285.8	4.0
05-085	12	12.5	10.6	70.6	3.5
10-085		30.5	1.6	34.7	3.0
		43.0	6.1	105.3	3.2
15-095	12	475.2	11.2	10.1	0.6
15-100		150.6	6.1	21.1	2.4
		625.8	8.6	31.2	1.5

TABLE 6. Series "B". Fishing effort (standardized to Class 3 purse-seiner and Class 4 baitboat) and catch-per-effort for each gear, by month, by five-degree area and by month by major division, 1959-1960.

TABLA 6. Serie "B". Esfuerzo de pesca (estandarizado a la Clase 3 de los barcos rederos y a la Clase 4 de los barcos de carnada) y captura según el esfuerzo, para cada sistema, por mes, por áreas de cinco grados, y por mes por divisiones grandes, 1959-1960.

Area	Month	Effort	Purse-seiner Catch-per-effort	Effort	Baitboat Catch-per-effort
Area	Mes	Esfuerzo	Barco redero Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Barco de carnada Captura según el esfuerzo
1959					
15-095	1	13.7	7.0	26.5	2.0
15-100		19.9	9.3	57.5	1.7
15-110		29.7	0.7	45.4	1.7
20-105		46.6	7.5	59.8	2.2
		109.9	6.1	189.2	1.9
15-100	2	11.8	0.4	7.7	2.3
15-110		14.0	3.6	33.0	1.6
20-105		194.9	14.6	40.7	2.9
		220.7	6.2	81.4	2.3
15-100	4	90.7	7.7	14.4	0.6
20-105		457.7	6.9	9.2	0.1
20-110		75.5	4.7	15.2	0.4
		623.9	6.4	38.8	0.4
25-110B	7	289.1	2.0	35.3	3.5
25-115		65.0	2.7	34.3	0.1
		354.1	2.4	69.6	1.8
25-110B	8	213.5	2.1	82.2	2.8
25-115		109.9	1.9	316.2	1.6
30-115		57.1	0.0	34.3	0.0
		380.5	1.3	432.7	1.5
S05-080	8	42.0	8.5	218.9	4.7
25-110B	9	98.6	3.6	230.6	1.4
25-115		12.4	0.0	30.4	0.0
		111.0	1.8	261.0	0.7
S05-080	9	36.1	1.9	327.0	1.3
05-085	10	59.8	5.4	14.9	3.1
10-085		15.8	1.5	57.4	6.2
		75.6	3.4	72.3	4.6
20-110	10	91.9	5.4	40.8	1.7
25-110B		131.2	3.6	175.1	0.5
		223.1	4.5	215.9	1.1
S05-080	10	28.4	6.3	179.4	1.6
05-080	11	15.4	17.7	12.1	2.3
05-085		30.8	15.4	45.9	5.3
10-090		11.1	12.4	26.0	3.8
		57.3	15.2	84.0	3.8
15-095	11	159.5	13.3	33.1	1.7
20-105		65.1	2.2	85.6	4.1
20-110		112.1	2.7	69.3	1.4
25-110B		62.7	4.4	180.5	2.3
		399.4	5.6	368.5	2.4
15-100	12	65.6	8.3	26.8	3.8
20-105		13.2	1.4	6.8	0.0
		78.8	4.8	33.6	1.9
1960					
15-095	1	250.2	14.0	9.7	3.4
15-100		84.0	12.2	29.5	1.4
20-105		23.4	5.4	90.2	4.1
		357.6	10.5	129.4	3.0
15-095	2	172.6	14.5	33.3	2.1
15-100		376.1	11.3	76.9	3.5
20-105		73.8	8.9	108.9	2.3
		622.5	11.6	219.1	2.6

Area	Month	Effort	Purse-seiner Catch-per-effort	Effort	Baitboat Catch-per-effort
Area	Mes	Esfuerzo	Barco redero Captura según el esfuerzo	Esfuerzo	Barco de carnada Captura según el esfuerzo
15-095	3	35.1	9.9	12.3	3.8
15-100		65.3	5.4	25.6	4.2
		100.4	7.6	37.9	4.0
05-080	3	12.5	18.6	21.3	2.7
10-095		21.5	15.7	6.8	4.2
		34.0	17.2	28.1	3.4
05-030	4	38.8	18.9	19.4	3.0
05-085		9.0	25.5	15.3	5.2
		47.8	22.2	34.7	4.1
15-095	4	84.3	13.3	42.8	6.1
15-100		48.7	8.9	15.2	4.2
		133.0	11.1	58.0	5.2
05-080	5	19.1	22.1	83.4	5.2
10-085		4.5	13.9	12.7	5.0
10-090		37.9	22.2	8.0	11.8
		61.5	19.4	104.1	7.3
15-095	5	36.9	23.9	66.9	9.7
15-100		298.6	18.0	35.0	2.0
		335.5	21.0	101.9	5.8
S05-080	5	25.6	1.2	27.9	0.7
05-080	6	62.0	10.4	37.8	4.7
05-085		12.8	6.2	11.1	4.0
10-085		36.4	17.2	27.4	6.3
10-090		13.4	7.6	36.8	8.5
		124.6	10.4	113.1	5.9
15-095	6	118.4	15.3	14.8	6.1
15-100		98.3	2.5	11.5	0.7
20-110		71.0	5.3	132.6	6.8
		287.7	7.7	158.9	4.5
S05-080	6	29.1	0.2	18.6	0.1
10-085	7	31.4	3.8	82.0	6.5
10-090		41.3	5.3	24.5	4.6
		72.7	4.6	106.5	5.6
20-110	7	330.8	4.3	162.6	2.9
25-110B		207.5	2.7	54.2	3.1
25-115		150.1	0.5	62.2	0.8
		688.4	2.5	279.0	2.3
05-080	8	25.9	10.8	22.8	3.0
10-085		136.2	10.4	40.8	2.6
10-090		197.7	12.1	21.4	4.7
		359.8	11.1	85.0	3.4
25-110B	8	154.4	2.0	34.5	1.6
25-115		48.1	1.7	50.0	2.3
		202.5	1.8	84.5	2.0
10-085	9	183.2	12.4	32.0	8.6
10-090		31.3	8.7	10.0	13.2
		214.5	10.6	42.0	10.9
25-110B	9	92.6	5.0	135.9	3.4
25-115		43.9	2.6	16.9	0.3
		136.5	3.8	152.8	1.8
25-110B	10	30.1	2.3	126.6	1.9
10-085	10	165.8	7.7	68.7	6.8
15-100	11	47.3	2.4	18.4	4.3
25-110B		60.9	6.7	293.7	3.7
		108.2	4.0	312.1	4.0
05-085	12	9.1	13.6	14.8	5.9
10-085		26.0	1.6	27.8	3.4
		35.1	7.6	42.6	4.6
15-095	12	254.0	7.9	8.9	0.7
15-100		100.8	6.3	16.8	2.8
		354.8	7.1	25.7	1.8

TABLE 7. Tonnages of yellowfin tuna included in the comparisons of efficiency of purse-seiners and baitboats, and the total catch of yellowfin tuna logged each year, 1952-1960.

TABLA 7. Tonelajes de atún aleta amarilla incluidos en las comparaciones de eficiencia de los barcos rederos y de carnada, y la captura total de atún aleta amarilla registrada en los cuadernos de bitácora en cada año, 1952-1960.

Year	Purse-seiner		Baitboat	
	Comparison tonnages	Total logged tonnages	Comparison tonnages	Total logged tonnages
Año	Barco redero		Barco de carnada	
	Comparación toneladas	Total de toneladas registrados	Comparación toneladas	Total de toneladas registrados
Series "A" — Serie "A"				
1952	6,979	11,936	7,843	60,255
1953	10,635	11,558	12,121	40,752
1954	5,976	7,183	11,181	45,983
1955	10,533	12,677	6,426	49,042
1956	19,294	19,537	12,263	53,506
1957	14,893	15,110	7,962	54,075
1958	11,915	21,232	7,631	42,300
1959	16,436	28,042	7,318	27,471
1960	53,829	83,958	10,460	23,714
Series "B" — Serie "B"				
1959	15,740	28,042	5,441	27,471
1960	42,026	83,958	9,585	23,714

TABLE 8. Comparison, by covariance analysis, of the relative efficiency of purse-seiners and baitboats, by major divisions, north and south of 15° north latitude.

TABLA 8. Comparación, por análisis de covariancia, de la eficiencia relativa de los barcos rederos y de carnada, por divisiones grandes, al norte y al sur de los 15° norte de latitud.

Source of Variation	Degrees of freedom	Sum squares	Mean square	Variance ratio
Causa de la variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
1959-1960				
Total	34	1.755		
Common — Común	33	1.679	0.0509	
Within areas	32	1.579	0.0493	
Dentro de las áreas				
Difference between areas	2	0.176	0.0880	$\frac{0.0880}{0.0493} = 1.78$
Diferencia entre las áreas				
1952-1957				
Total	64	4.152		
Common — Común	63	4.115	0.0653	
Within areas	62	4.115	0.0664	
Dentro de las áreas				
Difference between areas	2	0.037	0.0185	$\frac{0.0185}{0.0664} = 0.28$
Diferencia entre las áreas				

TABLE 9. Comparison, by covariance analysis, of efficiency of purse-seiners and baitboats, by years and by periods.

TABLA 9. Comparación, por análisis de covariancia, de la eficiencia de los barcos rederos y de carnada, por años y períodos.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum squares	Mean square	Variance ratio
Causa de la variación	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio	Razón de la variancia
1959-1960				
Total	34	1.755		
Common — Común	33	1.534	0.0465	
Within years	32	1.534	0.0479	
Dentro de los años				
Difference between years	2	0.221	0.1105	$\frac{0.1105}{0.0479} = 2.31$
Diferencia entre los años				
1952-1957				
Total	64	4.152		
Common — Común	59	3.824	0.0648	
Within years	54	3.252	0.0602	
Dentro de los años				
Difference among years	10	0.900	0.0900	$\frac{0.0900}{0.0602} = 1.50$
Diferencia entre los años				
1959-1960 vs. 1952-1957				
Total	100	5.999		
Common — Común	99	5.951	0.0601	
Within periods	98	5.907	0.0603	
Dentro de los períodos				
Difference between periods	2	0.092	0.0460	$\frac{0.0460}{0.0602} = 0.76$
Diferencia entre los períodos				

TABLE 10. Comparison of catch-per-day's-fishing of yellowfin, in pounds, for the Eastern Pacific Ocean, computed from logbook records, with that from trip records, for both purse-seiners and baitboats, 1951-1960.

TABLA 10. Comparación de la captura de atún aleta amarilla por día de actividad, en libras, para el Océano Pacífico Oriental, computada de los registros de los cuadernos de bitácora, con la de los registros de los viajes, para los barcos rederos y de carnada, 1951-1960.

Year	Baitboats (Class 4)		Purse-seiners (Class 3)	
	Logbook	Trip records	Logbook	Trip records
Año	Barcos de carnada (Clase 4)		Barcos rederos (Clase 3)	
	Cuaderno de bitácora	Registros de los viajes	Cuaderno de bitácora	Registros de los viajes
1951	10,390	9,809	3,564	4,218
1952	5,696	6,097	6,663	6,391
1953	3,880	3,814	6,621	6,439
1954	5,344	5,546	3,491	3,268
1955	8,280	7,895	7,334	6,988
1956	6,580	6,579	9,718	9,858
1957	6,178	6,245	9,028	9,325
1958	4,870	4,588	12,646	12,260
1959	4,982	5,220	13,951	14,680
1960	7,640	6,892	15,983	16,031

**CAMBIOS RECIENTES EN LA EFICIENCIA DE LOS BARCOS
QUE PESCAN ATUN ALETA AMARILLA EN EL
OCEANO PACIFICO ORIENTAL**

por

Gordon C. Broadhead

INTRODUCCION

Desde que la Comisión Interamericana del Atún Tropical comenzó sus funciones en 1950, entre las más importantes tareas de su personal científico incluyó la recolección y análisis de las estadísticas de la captura total, del esfuerzo empleado en obtener esta captura y de la abundancia aparente de los atunes aleta amarilla (*Neothunnus macropterus*) y barriletes (*Katsuwonus pelamis*) en el Océano Pacífico Oriental. El concentrado esfuerzo del personal científico de la Comisión durante 1951 y 1952 dió como resultado la compilación de una serie de datos históricos sobre la captura de atunes tropicales y sobre la captura según el esfuerzo durante los años 1934 a 1950, así como el establecimiento de un sistema detallado de registro de las anotaciones en los cuadernos de bitácora para vigilar las actividades diarias de las flotas atuneras. Schaefer (1953) y Shimada y Schaefer (1956) han expuesto detalladamente los métodos de recolección y análisis de dichos datos. Otros estudios, basados en estos registros y en los recolectados posteriormente, se encuentran en las publicaciones de Schaefer (1957), Shimada (1958), Alverson (1959, 1960), Griffiths (1960) y Calkins (1961).

Los atunes aleta amarilla y los barriletes son pescados con fines comerciales en el Océano Pacífico Oriental por los barcos de carnada, que emplean caña y anzuelo con el atractivo de peces vivos, y por los barcos rederos, que usan grandes redes de cerco. El empleo de los pescadores estadounidenses de los métodos con carnada viva se originó con las primeras pesquerías de albacora y gradualmente evolucionó hasta el importante método empleado en la captura de las especies tropicales. Una relación detallada de estas técnicas ha sido escrita por Godsil (1938) y por Shimada y Schaefer (1956). La pesca de atún con redes se desarrolló a principios de la década de 1920, pero no fué sino hasta el año 1958 que la mayor parte del esfuerzo de los barcos rederos se concentró en los bancos de pesca del norte durante una estación que se extiende de febrero a agosto de cada año. Los barcos rederos eran pequeños (con un promedio de capacidad de unas 125 toneladas de atún) y no estaban bien equipados para pescar en zonas distantes. Sin embargo, algunos hicieron viajes ocasionales a las áreas de pesca frente a la América Central y al Perú, y a menudo transbordaban su pesca a California por medio de barcos frigoríficos, o la descargaban en puertos de Costa Rica o del Perú.

La pesca con redes de cerco no tuvo particularmente mucho éxito durante los primeros años de la pesquería, y la pequeño flota de estos barcos produjo durante el período de 1931 a 1956, en promedio, menos

del 15 por ciento de la pesca de atún aleta amarilla y alrededor del 13 por ciento de la de barrilete de las embarcaciones con bases en los puertos de los Estados Unidos. Sin embargo, alrededor del año 1957, y antes de que se registrara ningún cambio tecnológico de importancia dentro de la flota de rederos, la captura por día de actividad comenzó a aumentar substancialmente (Broadhead y Marshall, 1961). Concurrentemente, unos pocos de los más progresistas dueños de barcos hicieron por primera vez cambios de significación en el diseño de los equipos y comenzaron a desarrollarse dos importantes tendencias: (1) Durante 1958 y a principios de 1959, la flota existente, compuesta de unas cuarenta embarcaciones, fué modernizada con el empleo de poleas con fuerza hidráulica, de redes de nylon y de mejoras para el transporte de los pescados; y (2) Comenzando en 1958, muchos de los barcos de carnada fueron convertidos para pescar con redes de cerco. Esta última tendencia continuó en forma creciente durante 1959 y 1960 hasta que, al presente, casi todos los grandes barcos de carnada han sido modificados para la pesca con redes. Los detalles de este rápido cambio en las flotas pesqueras para la obtención de atunes tropicales han sido descritos por Orange y Broadhead (1959) y por Broadhead y Marshall (1961). McNeely (1961) describe también detalladamente los equipos modernizados para la pesca con redes y las mejoras en los métodos de captura.

Por el año 1959, conforme los barcos comenzaron a pescar cantidades substanciales de atunes aleta amarilla, mezclados con cardúmenes de ciertas clases de delfines ("spotted" y "spinner"), las operaciones de la modernizada y ampliada flota de rederos se extendieron hacia las áreas del sur frente a las costas meridionales de México y frente a la América Central. La pesca se extendió también hasta incluir los bancos de pesca mar adentro explotados principalmente por los barcos de carnada en años anteriores y, a fines de 1960, la flota de barcos rederos se encontraba en operación en toda el área de la pesquería desde California hasta el Perú. Las redes de nylon vinieron a ser de uso general y fueron agrandadas en un 30 a 40 por ciento tanto en largo como en fondo con respecto a las usadas en años anteriores. El tiempo para calar y recuperar la red y halar y estibar la pesca disminuyó substancialmente y los barcos pudieron hacer mayor número de redadas en cada día de pesca durante los últimos años (Orange y Broadhead, 1959; Broadhead y Marshall, 1961). Aeroplanos con base en la costa ayudaban a los barcos en la búsqueda de los peces y, cuando era posible, dirigían sobre cuál era el mejor lugar para calar las redes. La eficiencia de las operaciones de la flota de rederos en la pesca de atún aleta amarilla parece haber aumentado substancialmente en comparación con los años anteriores.

La Tabla 1 muestra el número de barcos de carnada y rederos que operan desde puertos de California, y las capturas de atunes aleta amarilla y barriletes por cada sistema durante los años 1951-1960. La flota de barcos de carnada quedó reducida a 40 embarcaciones activas durante 1961, mientras que la de barcos rederos aumentó hasta unos 110 barcos.

La captura por día de actividad es afectada por la abundancia y por la disponibilidad, por lo que la abundancia aparente no siempre puede reflejar la abundancia real de una especie. Sin embargo, estas variaciones se promedian sobre una serie de años, de modo que las tendencias en la abundancia aparente son indicadores útiles en la determinación de las tendencias en la abundancia real. En cuanto a los atunes aleta amarilla y barriletes, la abundancia aparente puede ser estimada por la captura por día de actividad encontrada, en promedio, por un buen número de barcos de la flota pesquera. Estas estadísticas son computadas rutinariamente tanto para los barcos de carnada como para los rederos, usando la información de los cuadernos de bitácora, pero solamente la serie de la correspondiente a los barcos de carnada ha sido empleada para estudiar la dinámica de las pesquerías de los atunes aleta amarilla y barriletes por las siguientes razones:

1. La mayor parte de la captura de ambas especies ha sido hecha cada año por los barcos de carnada durante el período 1934-1958.
2. Estos barcos han pescado, en general, en toda el área de la pesquería durante todos los meses del año.
3. No ha habido ningún cambio substancial en los métodos de pesca con carnada durante estos años, por lo que el éxito en la pesca proporciona estimaciones comparables de la abundancia aparente de año en año.
4. En general, hay menos variabilidad en la medida de la abundancia aparente según es indicada por las capturas de los barcos de carnada que en la de los barcos rederos.

Durante 1961 se espera que la captura de atún aleta amarilla de la flota de barcos de carnada con base en los Estados Unidos disminuya a menos del 15 por ciento de la captura total de esta especie en el Pacífico Oriental. Consecuentemente, una continua medida de la abundancia aparente que se basara sólo en las capturas de estos barcos sería de muy poca confianza. Además, una medida de la abundancia aparente, basada simplemente en la captura por día de actividad de los barcos rederos, no puede ser comparada con los índices a largo plazo de estos barcos ni con los de los barcos de carnada, debido a los cambios en la eficiencia de la modernizada flota de rederos.

El problema entonces es la formulación de un método para la estimación de un índice de la abundancia aparente comparable con la medida de la abundancia aparente según es indicada por la captura de atún aleta amarilla de los barcos de carnada en la región del Pacífico Oriental, empleando los datos sobre el éxito en la pesca de la modernizada flota de rederos. Por el momento se dispone de los datos de dos años, 1959 y 1960, durante los cuales:

1. La modernizada flota de barcos rederos operó en toda el área durante todas las estaciones del año; y

2. Se mantuvieron en operación suficientes barcos de carnada de modo que las comparaciones sobre el éxito de la pesca, entre los dos sistemas, podían ser examinadas por estratos de tiempo y de área.

La aplicación de una fórmula apropiada para la conversión de la captura según el esfuerzo de los barcos rederos al equivalente de la captura según el esfuerzo de los barcos de carnada daría como resultado una transición moderada de la serie de datos a largo plazo de los barcos de carnada (1934-1960) a una serie que incluiría los datos de los barcos rederos durante 1959 y 1960, y permitiría la continuación de la serie a largo plazo durante 1961 y en años futuros.

ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA

Shimada y Schaefer (1956) han demostrado que el éxito en la pesca de los atunes aleta amarilla y barriletes está relacionado con el tamaño de la embarcación y que las unidades más grandes, tanto en la flota de los barcos de carnada como en la de los rederos, son las más eficientes. También encontraron una buena relación entre el tonelaje bruto, el neto y la capacidad, siendo cada uno un excelente medio de estimación de los otros dos parámetros. Se establecieron seis clases de tamaños de barcos (en ambos sistemas) basados en el tonelaje de capacidad: Clase 1, hasta 51 toneladas; Clase 2, de 51 a 100 toneladas; Clase 3, de 101 a 200 toneladas; Clase 4, de 201 a 300 toneladas; Clase 5, de 301 a 400 toneladas; y Clase 6, de 401 toneladas en adelante. La razón del promedio anual de la captura por día de actividad en la obtención de atunes aleta amarilla y barriletes, correspondiente a cada clase de tamaño, sobre la que corresponde a la clase estándar, se computa por cada área estadística de cinco grados que tenga datos adecuados.

La media geométrica de estas razones se usa entonces para determinar el factor de eficiencia, cada año, para cada clase de tamaño en relación con la clase estándar. La estandarización del esfuerzo de pesca ha sido tratada más detalladamente por Shimada y Schaefer (1956) y por Griffiths (1960). Los factores de eficiencia correspondientes a cada clase de tamaño de los barcos de carnada, para los años 1951-1960, se dan en la Tabla 2, junto con los valores medios de 10 años para cada clase. Los factores de eficiencia correspondientes a los barcos rederos han sido obtenidos de modo similar y se dan en la Tabla 3 para estos mismos años, junto con los valores medios de 10 años para cada clase de tamaño.

La eficiencia de las diversas clases de embarcaciones en cada flota, con relación a su respectiva clase estándar, ha cambiado poco en los últimos diez años, con la excepción, tal vez, de la Clase 6 de los barcos rederos que parece haber mostrado un aumento en la habilidad para la captura durante los últimos años de la serie. Todavía hay muy pocos datos que indiquen las tendencias en la eficiencia de las Clases 1, 5 y 6 de los barcos rederos, con relación a la clase estándar.

EL EFECTO DE LOS CAMBIOS EN LA COMPOSICION DE LA FLOTA DE BARCOS REDEROS SOBRE LA ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA

De 1951 a 1958, la flota de barcos rederos disminuyó en forma constante a causa de factores económicos que no animaban a la construcción de nuevas unidades que reemplazaran a las pérdidas de la flota debidas a hundimientos, al traslado a otras pesquerías y a la inactividad de los barcos más viejos. En consecuencia, existe la posibilidad de que el mejoramiento general en la eficiencia de esta flota fuera el resultado de la pérdida del sector menos eficiente de la misma. En la Figura 1 se muestra la relación del promedio de la captura de atún aleta amarilla por día de ausencia en cada año por todos los barcos rederos de la Clase 3 de la flota (X) contra el de 33 embarcaciones de la Clase 3 (Y) que operaron durante todo el periodo 1951-1960. La regresión de los mínimos cuadrados de Y sobre X dió como resultado un estrecho ajuste lineal ($Y=93+1.002X$), en el que la línea de regresión tuvo una pendiente positiva de 45 grados. El examen de las desviaciones en el promedio de la captura por día de ausencia correspondiente a una muestra de 33 barcos, cada año, de los valores de toda la clase, indica que la eficiencia de la clase estándar no ha sido alterada por la pérdida de las embarcaciones menos eficientes de la flota en el periodo de los últimos diez años.

Durante 1960, un número considerable de los barcos de carnada convertidos entró a formar parte de la flota de barcos rederos y fué agregado al grupo estándar (Clase 3). La Tabla 4 indica el número de barcos, el esfuerzo de pesca, la captura y la captura de atunes aleta amarilla y barriletes por día de actividad en aquel año, tanto de los barcos que ya formaban parte de la flota redera antes de 1958 como de las nuevas unidades de barcos convertidos; a los primeros se les menciona como la flota "regular". La flota regular capturó un poco más de atunes aleta amarilla por unidad de esfuerzo durante el año que las embarcaciones convertidas. Esto puede ser un caso fortuito o tal vez debido a: (1) La entrada a la pesquería durante el segundo semestre del año de muchos de los barcos convertidos, cuando la pesca de atún aleta amarilla es tradicionalmente menos productiva para los barcos rederos que lo que es durante los primeros meses del año; y (2) La falta de tripulaciones experimentadas para trabajar en la flota tan rápidamente aumentada, lo que dejó a algunos de los barcos convertidos últimamente escasos de pescadores prácticos en la pesca con redes de cerco.

COMPARACION DE LA EFICIENCIA DE LOS BARCOS REDEROS Y DE LOS BARCOS DE CARNADA EN LA PESCA DE ATUN ALETA AMARILLA

La Figura 2 muestra las áreas estadísticas y sus números codificados usados por la Comisión del Atún para tabular los datos de la captura y del esfuerzo en el Océano Pacífico Oriental. Usando la información del sistema de los registros de los cuadernos de bitácora se han construido dos series

de datos que permiten el examen de la eficiencia de los barcos rederos y de los barcos de carnada en la captura del atún aleta amarilla. La Serie "A", que aparece en la Tabla 5, indica el esfuerzo estandarizado y la captura por día de actividad en cada mes y en cada una de las áreas de cinco grados en donde se registraron diez o más días estándar de actividad de cada uno de los dos sistemas de pesca. Estos valores mensuales fueron también objeto de otra combinación (dando igual ponderación a cada área de cinco grados) a base de tres grandes divisiones geográficas de la pesquería: (1) Al norte de los 15 grados de latitud norte; (2) Del ecuador a los 15 grados de latitud norte; y (3) Al sur del ecuador. Cuando solamente se dispuso de un área de cinco grados como elemento de comparación durante un mes en una de esas tres grandes divisiones, se requirió 25 días estándar de esfuerzo con cada sistema de pesca antes de utilizar los valores. A fin de examinar con más detalle los datos correspondientes a 1959-1960, se computó la Serie "B", que aparece en la Tabla 6, mediante el procedimiento de eliminar algunos datos en la Serie "A" para incluir sólo los datos de aquellos subáreas de un grado en las que se realizó la pesca con ambos sistemas durante el mes. El esfuerzo y la captura de atún aleta amarilla fueron sumados y se computó la captura según el esfuerzo por áreas de cinco grados. Estos datos fueron combinados entonces para las tres grandes divisiones de la pesquería, siguiéndose el mismo procedimiento empleado con respecto a la Serie "A".

Para la Serie "A", todos los valores correspondientes a los barcos de carnada durante el período 1952-1958 y a los barcos rederos durante el lapso 1953-1958 fueron obtenidos de las tablas de Martin (1962), quien tabuló nuevamente los datos de la Comisión por estratos de mes y área mediante el empleo de los factores medios de eficiencia correspondientes al período 1951-1958 para la estandarización del esfuerzo de los barcos de carnada y al período 1953-1958 para la estandarización del esfuerzo de los barcos rederos. Los datos de 1952 correspondientes a los barcos rederos y los de 1959 y 1960 correspondientes a los dos sistemas de captura fueron tomados directamente de los resúmenes estadísticos de la Comisión del Atún, en donde la estandarización del esfuerzo de pesca se hace mediante el empleo de los factores de eficiencia correspondientes a cada año, según se dan en las Tablas 2 y 3. La Serie "B" se construyó con el empleo del computador a que hace referencia Martin (1962). El uso de estos datos mediante el empleo de los factores medios de eficiencia en vez de los referentes a cada uno de los años evitó una nueva y extensa tabulación de los datos y dió como resultado sólo diferencias de menor cuantía en la estandarización del esfuerzo y de la captura según el esfuerzo para aquellos años. La Tabla 7 da el tonelaje de atún aleta amarilla incluido en las Tablas 5 y 6, junto con el tonelaje total de esta especie registrado como procedente del área del Pacífico Oriental, según Alverson (1960), correspondientes a los años 1952-1958 y según los datos no publicados que obran en los archivos de la Comisión del Atún y que corresponden a los años 1959-1960. Las comparaciones utilizan una gran parte del tonelaje de la

captura de atún aleta amarilla registrada en los cuadernos de bitácora por los barcos rederos en cada año, pero un porcentaje mucho más pequeño del tonelaje registrado por los barcos de carnada.

Se hizo una estimación preliminar de la relación entre el éxito de la pesca con redes de cerco (X) y el éxito de los barcos de carnada (Y) en el período 1959-1960, con respecto a ambas series, y en el período 1952-1957 para la Serie "A", agrupando los datos en intervalos por valores ascendentes de X y computando y graficando las medias aritméticas correspondientes a X y a Y en estos intervalos. El examen de los gráficos sugirió una relación curvilínea; sin embargo, las pruebas de estadística para establecer el desvío de la relación lineal demostraron que no era significativa. No obstante, no pareció ser satisfactoria una relación lineal entre la captura según el esfuerzo de los barcos de carnada y la de los rederos, por las siguientes razones:

1. Teóricamente la medida de la abundancia aparente debe aproximarse a cero para ambos sistemas de pesca conforme la abundancia real se aproxima a cero. Sin embargo, las intercepciones de las líneas de la regresión lineal, para ambos períodos, demostraron una significativa desviación de cero.
2. La desviación estándar de Y , computada para cada intervalo de X , aumentó conforme aumentó X , con lo cual se desvaneció una de las suposiciones bajo las cuales se emplea la técnica de los mínimos cuadrados.
3. Las líneas de la regresión lineal parecían dar un ajuste pobre a los datos, particularmente para los valores bajos de X .

Estas objeciones fueron ampliamente superadas con el uso de las transformaciones logarítmicas para ambas variables; consecuentemente, en todos los gráficos (excepto en las Figuras 6 y 7) y en los análisis estadísticos se han empleado los datos transformados.

1959-1960

Las comparaciones entre los sistemas de captura hechas por subáreas de un grado (Serie "B"), podrían proporcionar una mejor estimación de la eficiencia relativa de los dos tipos de embarcaciones que las comparaciones por áreas de cinco grados (Serie "A"). Sin embargo, la conversión de la captura según el esfuerzo de los barcos rederos a las unidades de los barcos de carnada (el problema central), por meses, y por divisiones más pequeñas que las áreas de cinco grados, no resulta práctica en su aplicación rutinaria.

La relación de los valores correspondientes a cada uno de los meses, por áreas de cinco grados combinadas dentro de las divisiones grandes, en las Series "A" y "B", durante el período 1959-1960, aparece en la Figura 3 para cada sistema de pesca. Un punto, junio de 1960, correspondiente al área S05-080, es particularmente aberrante en los datos de los barcos de carnada. Un examen detallado del esfuerzo de pesca por sub-

áreas de un grado reveló que este punto fué ponderado a un alto grado por 23.4 días de pesca estándar de los barcos de carnada en la subárea 17 de esta área, en donde no hubo pesca con redes de cerco durante el mes. Esta subárea, desde luego, fué eliminada en parte de los datos de la Serie "B" que incluyeron solamente aquellas subáreas de un grado en donde se pescó con ambos sistemas de captura durante el mes. Este punto ha sido omitido de los cálculos de la relación de la captura por día de actividad de los barcos rederos con la efectuada por los barcos de carnada, según puede apreciarse en las Figuras 4 y 5, que corresponden a las Series "A" y "B", respectivamente. Cada punto (1960) y cada cruz (1959) representan una comparación del éxito en la pesca de atún aleta amarilla con los barcos de carnada y con los rederos, en un mes, en una de las divisiones grandes, computada según se describe en la página 322.

Hay una considerable dispersión de los puntos individuales cerca de la línea de mejor ajuste del logaritmo de Y sobre el logaritmo de X , en cada serie, pero hay una relación altamente significativa entre el éxito de la pesca de los barcos rederos y la de los barcos de carnada. El 95 por ciento de los límites de confianza, sobre las medias, está indicado por las líneas curvas a guiones a cada lado de la línea de mejor ajuste. El análisis de covarianza indicó, como podría esperarse del examen de la Figura 3, que no había una diferencia significativa entre la regresión de las Series "A" y "B". El examen de la relación promedio, en cada gráfico, indica que, conforme aumenta la abundancia del atún aleta amarilla, la captura por día de actividad de los barcos rederos mejora a un ritmo mucho más rápido que la tasa de la captura por día de actividad de los barcos de carnada. Esto puede notarse más fácilmente en las Figuras 6 y 7 en donde se han usado las coordenadas lineales. La línea curva en cada caso es la transformación de la línea de mejor ajuste de los logaritmos de las variables, mientras que la línea recta ha sido ajustada a los puntos de las coordenadas lineales. En una buena parte de la amplitud de los datos hay poca diferencia entre estas dos líneas. Sin embargo, a niveles más bajos de abundancia puede notarse una divergencia considerable conforme la línea ajustada a los logaritmos pasa a través del origen, en tanto que la relación lineal tiene una intercepción positiva de significación en cada caso. No hay valores para la pesca con redes de cerco que sean debajo de 1.2 toneladas en ninguna de las series, de modo que la extrapolación de la relación entre X e Y es algo tenue debajo de ese punto. Sin embargo, el examen de los datos correspondientes al período 1952-1957 (Figura 8) sugiere que la extrapolación empleada para los datos del período 1959-1960 es bastante realística. Como ha habido poco esfuerzo de pesca en este último período que diera valores por debajo del nivel de 1.2 toneladas, cualquier error en la conversión de la captura según el esfuerzo a unidades de la flota de carnada podría tener sólo poco efecto en la medida de la abundancia aparente de los atunes aleta amarilla en el área del Pacífico Oriental durante estos años. No obstante, si el stock de peces es reducido a un nivel substancialmente más bajo que el obtenido durante el período

1959-1960, una proporción creciente del esfuerzo estará a los niveles más bajos de la captura por unidad de esfuerzo.

Los datos de la Serie "A" fueron divididos también en dos grupos para su comparación: los del norte y los del sur de los 15 grados de latitud norte. Un análisis de covariancia, en la Tabla 8, indicó que no existe una diferencia significativa en la eficiencia relativa entre los métodos de pesca, en esas regiones grandes. La reagrupación de los datos por años, haciendo caso omiso de las áreas, permitió el examen de la variación entre los años. Una prueba "F", Tabla 9, de los cuadrados medios apropiados indicó que no había una diferencia significativa en la eficiencia relativa de los dos sistemas de pesca entre los años 1959 y 1960.

1952-1957

Es de interés examinar la eficiencia relativa de los dos sistemas de pesca durante los años antes de que la flota de barcos rederos fuera modernizada. Antes de 1958, estos barcos pescaban principalmente en los caladeros del norte durante una estación que se extendía de febrero a agosto. Su captura de atún aleta amarilla pocas veces sobrepasaba el 25 por ciento de la captura total de esta especie en el área del Pacífico Oriental, aún cuando en algunos años representó una parte substancial de la pesca en los caladeros del norte. La relación de los logaritmos de la captura por día de actividad de los barcos de carnada (Y), con los de la captura de los barcos rederos (X), para el período 1952-1957, se muestra en la Figura 8. Cada punto representa una comparación del éxito de la pesca de los barcos rederos con el de los barcos de carnada, en un mes y en una de las divisiones grandes. Hay una considerable dispersión de los puntos individuales cerca de la línea de mejor ajuste del logaritmo de Y y del logaritmo de X , con una relación altamente significativa entre las dos variables. El 95 por ciento de los límites de confianza para el promedio de la relación se indica por la línea a guiones a cada lado de la línea de regresión. Parece, como en el caso de la relación correspondiente al período 1959-1960, que conforme aumenta la abundancia de los atunes aleta amarilla, el éxito de los barcos rederos en el aprovechamiento del stock mejora a una tasa mucho más rápida que la del éxito de los barcos de carnada.

Los datos fueron divididos en dos grupos para hacer las comparaciones: los del norte y los del sur de los 15 grados de latitud norte. Un análisis de covariancia, en la Tabla 8, indica que no hay una diferencia significativa en la eficiencia relativa de los dos sistemas de pesca, por área. Reagrupando los datos por años, sin tomar en cuenta las áreas, permitió el examen de la variación entre los años, según se muestra en la Tabla 9. Una prueba "F" de los cuadrados medios apropiados indicó que no había diferencia significativa en la eficiencia relativa de los dos sistemas de pesca a través de los años 1952-1957.

Período 1959-1960 comparado con el período 1952-1957

El examen de las Figuras 4 y 8, y el análisis de covariancia mostrado en la Tabla 9, sugieren que durante el período 1952-1960 no ha habido un

cambio apreciable (estadístico) en la eficiencia relativa de los dos sistemas de pesca, cuando se pescaba al mismo tiempo y aproximadamente en las mismas áreas. Este resultado es algo diferente del que postularon Orange y Broadhead (1959) y Broadhead y Marshall (1961), quienes examinaron los registros de la captura en todo el Pacífico Oriental sin tomar en cuenta la estratificación por tiempo y por área. Esto parece sugerir que una gran parte del reciente éxito de la flota de barcos rederos se ha debido a una mejora en su habilidad para concentrarse en áreas y en épocas del año que coinciden con gran abundancia de atunes aleta amarilla. Información no publicada sobre la distribución de las capturas de atún aleta amarilla hechas por esta flota durante 1959, 1960 y 1961 indica grandes cambios en la distribución temporal y espacial del esfuerzo y de la captura de atún por esta flota, comparada con los datos publicados por Alverson (1960). Sin embargo, para una completa comprensión de este problema se requiere la recolección de una serie más extensa de datos sobre la captura de la modernizada flota de barcos rederos.

CAUSAS DE LA VARIABILIDAD DE LOS DATOS

El grado de dispersión de cada punto cerca de las líneas de mejor ajuste en las Figuras 4 a 8 tiene alguna importancia, ya que da como resultado unos límites de confianza bastante amplios alrededor de la regresión del logaritmo de Y sobre el logaritmo de X , que es la empleada para convertir la captura según el esfuerzo de los barcos rederos a unidades de los barcos de carnada. Para examinar esta variabilidad con mayor detalle se han preparado diversos gráficos adicionales y hecho cálculos con el empleo de los datos anotados en la Tabla 5.

El efecto del tamaño de la muestra

Griffiths (1960) ha demostrado que pequeños cantidades de esfuerzo de pesca a menudo generan medidas no confiables de la abundancia aparente. Por esta razón, los datos que aparecen en la Tabla 5 fueron eliminados en parte inicialmente de modo que incluyeran sólo aquellas comparaciones en que se toman en consideración diez o más días estándar de pesca de cada tipo de barco, en un área de cinco grados, en un mes dado. Para examinar el efecto del esfuerzo de pesca en la variabilidad de los datos, las comparaciones fueron eliminadas en parte aún más para incluir solamente aquellos puntos que estaban basados en por lo menos 100 días de esfuerzo de cada sistema de pesca en un mes dado y en una determinada división grande. Los gráficos (que no aparecen en este estudio) de los datos en referencia fueron preparados en la misma forma en que lo han sido las Figuras 4 y 8, pero no dieron reducción en el grado de dispersión de los puntos a los lados de las líneas de mejor ajuste. Aparentemente, la variabilidad no es el resultado de la inclusión de puntos que han sido computados sobre la base de muy poco esfuerzo de pesca.

El efecto de la interferencia entre los sistemas de pesca

En lo que concierne a los atunes aleta amarilla, se podría hacer una hipótesis de que la pesca con redes de cerco dentro de un área tiene un

efecto perjudicial (que no es el de la reducción del tamaño del stock) en la pesca con el sistema de carnada. Esta hipótesis fué examinada graficando la abundancia aparente del atún aleta amarilla conforme se mide por la captura según el esfuerzo de los barcos de carnada en cada área de cinco grados, contra el volumen total del esfuerzo de los barcos rederos dentro de la misma área. La dispersión aleatoria de los puntos sugiere que en las grandes áreas de mar que comprenden cinco grados de latitud y de longitud el esfuerzo de los barcos rederos afecta poco el éxito de la pesca con carnada. Consecuentemente, no parece que la interferencia de las embarcaciones sea un factor de importancia.

Variación por estaciones

Los datos de todos los años (1952-1960) fueron separados dentro de dos grandes divisiones por estaciones. Los meses de abril a septiembre fueron tomados como el período caluroso para las áreas al norte del ecuador y como el período frío para las situadas al sur del ecuador, mientras que los meses de octubre a marzo se tomaron como el período frío para las áreas al norte del ecuador y como el período caluroso para las áreas al sur de éste. La medida de la abundancia según la captura de los barcos de carnada fué graficada, entonces, contra la de los barcos rederos, por grandes divisiones para cada uno de estos períodos separadamente, según aparece en las Figuras 9 y 10. La dispersión de los puntos individuales cerca de la línea de mejor ajuste para el período de aguas frías, Figura 9, es significativamente menor que la correspondiente al período de aguas cálidas que aparece en la Figura 10. Sin embargo, en cada período no hay una diferencia significativa en la relación promedio entre los sistemas de pesca. No puede adelantarse por ahora una explicación sobre la disminución en la variabilidad de los datos durante el período de aguas frías; sólo debe anotarse que, obviamente, es el resultado de la interacción entre la conducta de los peces y de los barcos pesqueros durante estas estaciones del año.

MEDIDAS DE LA ABUNDANCIA APARENTE DEL ATUN ALETA AMARILLA

Habiéndose obtenido una relación promedio entre Y y X ($Y = 1.08X^{0.516}$, datos correspondientes al período 1959-1960 en la Serie "A") para la conversión de la captura según el esfuerzo de los barcos rederos a la de los barcos de carnada, es posible estimar la abundancia aparente del atún aleta amarilla en términos de unidades de barcos de carnada, basándose en los datos de los barcos rederos, y esta estimación puede ser combinada con la estimación de los datos de los barcos de carnada solamente. Además están las series separadas de los barcos de carnada y de los rederos computadas previamente que dan entonces cuatro medidas de la abundancia aparente del atún aleta amarilla:

1. Captura por día de actividad de los barcos de carnada expresada en unidades de la Clase 4 de estos barcos.

2. Captura por día de actividad de los barcos rederos expresada en unidades de la Clase 3 de estos barcos.
3. Captura por día de actividad de los barcos rederos expresada en unidades de la Clase 4 de la flota de barcos de carnada.
4. La combinación de las estimaciones 1 y 3, ponderadas según la captura y el esfuerzo, que da una estimación en unidades de la Clase 4 de la flota de barcos de carnada empleando los datos combinados de los dos tipos de embarcaciones.

La medida de la abundancia aparente según es indicada por las capturas de los barcos de carnada ha sido usada en el pasado para formar las series a largo término empleadas por Schaefer (1957) para calcular el nivel del esfuerzo requerido, en promedio, para lograr la captura máxima sostenible de atún aleta amarilla en el área del Pacífico Oriental.

La medida de la abundancia aparente según es indicada por las capturas de los barcos rederos ha sido rutinariamente calculada desde 1951, pero la cobertura de la pesquería por esta flota, antes de 1959, ha sido inadecuada para todas las áreas, excepto para las más al norte de la pesquería.

La conversión de la medida de la abundancia aparente según es indicada por las capturas de los barcos rederos a las unidades equivalentes de los barcos de carnada ha sido obtenida de la siguiente manera para los años 1959 y 1960:

1. El esfuerzo de los barcos rederos fué estandarizado a unidades de la Clase 3 mediante los factores de eficiencia anuales y de la captura por día de actividad, en toneladas, (X), obtenida en cada mes en cada una de las divisiones grandes.
2. Para cada valor de X se obtuvo un factor de corrección apropiado (X/Y) usando la fórmula $Y=1.08X^{0.516}$ para ajustar el esfuerzo de los barcos rederos a unidades del esfuerzo de los barcos de carnada. Fué necesario hacer estas correcciones individuales, por estratos de mes y área, a causa de la naturaleza curvilínea de Y sobre X .
3. Las unidades de esfuerzo ajustadas se sumaron entonces en todas las áreas a fin de obtener el esfuerzo total registrado en los cuadernos de bitácora, y éste fué entonces dividido entre la captura de atún aleta amarilla registrada en los cuadernos de bitácora por la flota de rederos, para obtener la captura por día de actividad en unidades de la flota de barcos de carnada.

Una combinación estimada de la abundancia aparente para todos los datos registrados en los cuadernos de bitácora se obtuvo sumando el esfuerzo de los barcos de carnada con el de los rederos (en unidades de los barcos de carnada) y dividiendo este esfuerzo entre el tonelaje total de atún aleta amarilla registrado por las flotas en los cuadernos de bitácora en el año.

En la siguiente tabla se da una comparación de los cálculos de la abundancia aparente por los cuatro métodos, para los años 1959 y 1960.

<u>Año</u>	Captura por día de actividad, en libras (datos de los registros de los cuadernos de bitácora)			
	<u>Método 1</u>	<u>Método 2</u>	<u>Método 3</u>	<u>Método 4</u>
1959	4,982	13,951	6,185	5,525
1960	7,640	15,983	6,616	6,817

Los resultados obtenidos son muy halagadores, ya que las diferencias entre las estimaciones con los métodos 1, 3 y 4, para ambos años, son de menor importancia y están bien dentro de la amplitud de la variabilidad casi al azar del índice a largo término de los barcos de carnada (Schaefer, 1957). Para una discusión más detallada del empleo de estos datos en modelos de la dinámica de la pesquería del atún aleta amarilla, se aconseja leer lo expuesto por Schaefer (1962). Para la prueba final del grado de confianza de estos métodos de igualación de las medidas de la abundancia aparente según es indicada por las capturas de los barcos rederos y de los barcos de carnada, necesariamente tiene que esperarse el examen de una serie de datos a largo término sobre las operaciones de la modernizada flota de barcos rederos.

COMPARACION ENTRE EL USO DE LOS CUADERNOS DE BITACORA Y LAS INFORMACIONES DEL VIAJE PARA COMPUTAR LA ABUNDANCIA APARENTE DEL ATUN ALETA AMARILLA

El uso de los datos de los cuadernos de bitácora para computar la abundancia aparente del atún aleta amarilla en cada año tiene una limitación. Por este medio no es posible obtener estadísticas completas de un año calendario hasta abril o mayo del año siguiente porque:

1. Algunos barcos que están de viaje en diciembre no regresan al puerto hasta fines de febrero o a principios de marzo, y los registros de su captura y esfuerzo durante diciembre no pueden obtenerse hasta su retorno.
2. Los análisis y la tabulación de los datos de estos viajes y la preparación de la tabulación mecánica de la información sobre el año entero requieren varias semanas de tiempo adicional.

En el pasado, esta dificultad ha sido subsanada mediante el cálculo de las estimaciones de la abundancia aparente usando los pesos al momento de descargar el pescado en las plantas enlatadoras y los registros en los cuadernos de bitácora sobre el esfuerzo de pesca en todos los viajes que fueron *completados* durante el año calendario. Algunos datos de la captura y del esfuerzo de pesca de fines de cada año están incluidos, en consecuencia, en la estimación de la abundancia aparente que corresponde al siguiente año. Además, tales registros por viajes sólo incluyen la información de las flotas con base en los Estados Unidos (incluyendo Puerto Rico), mientras que los registros de los cuadernos de bitácora incluyen no solamente estos datos sino también la información adicional de los

barcos con base en Latinoamérica. La Tabla 10 da la captura de atún aleta amarilla por día de actividad en el Océano Pacífico Oriental, computada tanto sobre la base de los registros de los cuadernos de bitácora como de la información de los viajes, para los barcos de carnada y los rederos durante los años 1951-1960. Estos datos, graficados en la Figura 11 por cada sistema de pesca separadamente, caen cerca de las líneas de 45 grados que indican la excelente correspondencia en las estimaciones de la abundancia aparente para cada sistema.

La conversión de la captura según el esfuerzo de los barcos rederos a unidades de la flota de barcos de carnada, según se trató en la sección anterior de este trabajo, usando los datos de los cuadernos de bitácora, tiene también la limitación de que los valores finales de la abundancia aparente no pueden ser obtenidos hasta abril o mayo del siguiente año. Es esencial, sin embargo, que las estimaciones preliminares de estas estadísticas estén disponibles más temprano. En consecuencia, la conversión de la captura según el esfuerzo de los barcos rederos a unidades de la flota de barcos de carnada ha sido hecha por viajes, para los años 1959 y 1960, y los valores han sido comparados, en la tabla que sigue a continuación, con los obtenidos de los registros de los cuadernos de bitácora. Empíricamente se ha hecho la suposición de que la distribución temporal y espacial del esfuerzo de pesca por viajes corresponde lo suficiente con la estratificación, por meses y por divisiones grandes, del esfuerzo de pesca empleado para obtener los factores de conversión (Figura 4); es decir, los mismos factores de conversión obtenidos de la regresión de la Figura 4, para corregir la captura media según el esfuerzo por meses y por divisiones grandes de los barcos rederos a unidades de los barcos de carnada, fueron aplicados a la captura media según el esfuerzo de cada *viaje* de los barcos rederos.

Sistema	Pesca por día de actividad, en libras			
	1959		1960	
	Registros de bitácora	Viajes	Registros de bitácora	Viajes
Barcos de carnada (Método 1)	4,982	5,220	7,640	6,892
Barcos rederos (Método 3)	6,185	6,460	6,616	6,669
Ambos sistemas (Método 4)	5,525	5,783	6,817	6,705

Las estimaciones así obtenidas de los registros de los viajes concuerdan bastante bien con las obtenidas de los datos de los cuadernos de bitácora, en ambos años, y sobre esta base se planea computar la estimación preliminar de la abundancia aparente del atún aleta amarilla de la región del Pacífico Oriental utilizando los registros de los viajes en 1961 y en los años siguientes, si es que las comparaciones que se hagan cada año continúan indicando que este procedimiento es de utilidad.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

Alverson, F. G.

- 1959 Geographical distribution of yellowfin tuna and skipjack catches from the Eastern Tropical Pacific Ocean, by quarters of the year, 1952-1955.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 3, No. 4, pp. 165-204 (English), pp. 205-214 (Spanish).
- 1960 Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the Eastern Tropical Pacific by quarters of the year, 1951-1958.
Ibid., Vol. 4, No. 6, pp. 319-441 (English), pp. 442-446 (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. C.

- 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, *Neothunnus 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).

Martin, J. W.

- 1962 Distribution of catch-per-unit-effort and fishing effort for tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean, by month of the year, 1951-1960.
Ibid., Vol. 6, No. 5, pp. 179-222 (English), pp. 223-229 (Spanish).

McNeely, R. L.

- 1961 Purse Seine Revolution in Tuna Fishing.
The 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?
The Pacific Fisherman, June 1959.

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).
- 1957 A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean.
Ibid., Bull., Vol. 2, No. 6, pp. 245-268 (English), pp. 269-285 (Spanish).
- 1962 Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1961.
Ibid., Ann. Rept. 1961, (*in press*).

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. 287-354 (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.
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, No. 7, pp. 347-421 (English), pp. 422-469 (Spanish).