

INTER-AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín

Vol. 10, No. 8

(Completing the Volume)

(Completando el Volumen)

**VARIATION IN SIZE OF YELLOWFIN TUNA (*THUNNUS*
ALBACARES) WITHIN INDIVIDUAL PURSE-SEINE SETS**

**VARIACIONES EN EL TAMAÑO DEL ATUN ALETA AMARILLA
(*THUNNUS ALBACARES*) EN LOS LANCES INDIVIDUALES DE
LOS BARCOS REDEROS**

by — por

Thomas P. Calkins

La Jolla, California

1965

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	463
ACKNOWLEDGEMENTS.....	464
SOURCE AND TREATMENT OF DATA.....	464
ASSUMPTIONS AND LIMITATIONS.....	466
RESULTS AND DISCUSSION.....	467
Comparison of single and multiple set samples.....	467
Comparison of single-set samples measured at sea with single-set market samples	468
Variation in length-frequency distributions from individual sets.....	468
Comparison of size composition of yellowfin samples from pure and mixed-species sets	469
Comparison of the size composition of samples from porpoise- associated schools with other schools of known type	470
Size of set and size of fish	471
Size composition of yellowfin in sets and the minimum size limit.....	472
SUMMARY.....	474
—————	
FIGURES — FIGURAS.....	476
—————	
TABLES — TABLAS.....	486

VERSION EN ESPAÑOL — SPANISH VERSION

	Página
INTRODUCCION.....	508
RECONOCIMIENTO.....	509
ORIGEN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS	510
SUPOSICIONES & LIMITACIONES	511
RESULTADOS Y ANALISIS	512
Comparación de muestras de lances individuales y múltiples.....	512
Comparación de muestras de un solo lance, medidas a bordo con muestras de un solo lance tomadas en los mercados.....	514
Variación en las distribuciones de frecuencia-longitud en lances individuales	514
Comparación de la composición de tamaños de las muestras de atún aleta amarilla de lances de especies puras y mixtas.....	515
Comparación de la composición de tamaños de las muestras de cardúmenes asociados con delfines, con otros cardúmenes de tipo conocido	516
Tamaño de los lances y tamaño de los peces.....	517
Composición de tamaños del atún aleta amarilla en los lances y el límite del tamaño mínimo	519
RESUMEN.....	521
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA	523

VARIATION IN SIZE OF YELLOWFIN TUNA (*THUNNUS ALBACARES*) WITHIN INDIVIDUAL PURSE-SEINE SETS

by

Thomas P. Calkins

ABSTRACT

Length-frequency samples of yellowfin tuna from 276 individual purse-seine sets were examined. Evidence of schooling by size is presented. Yellowfin schooled with skipjack are smaller and more homogeneous in length than are yellowfin from pure schools. Yellowfin in schools associated with porpoise appear to be more variable in size than yellowfin from other types of schools. No relationship was found between the tonnage of yellowfin in a school and the mean length of the yellowfin. Despite the tendency to school by size, the size variation within individual schools was judged to be enough to complicate greatly any program of regulation aimed at maximizing the yield-per-recruit through increasing the minimum size of yellowfin at first capture.

INTRODUCTION

The tropical tuna fishery of the eastern Pacific Ocean is dependent largely upon two species: *Thunnus albacares* (yellowfin tuna) and *Katsuwonus pelamis* (skipjack). The surface fishery for these species extends, roughly, from 30°N to 25°S latitude along the Pacific coast of the Americas. At present, the dominant gear is the purse-seine. In 1963, for those trips recorded in the logbook record system of the Inter-American Tropical Tuna Commission seiners caught 87.6 per cent of the yellowfin and 92.3 per cent of the skipjack. Virtually all the remainder of the yellowfin and skipjack landed from the eastern Pacific surface fishery was taken by baitboats. The methods employed in the seine and live-bait tuna fisheries are described by McNeely (1961) and by Godsil (1938), respectively.

Both fishing methods are dependent primarily upon the visual location of surface schools of tuna; therefore, the nature of these schools is of some importance. Evidence that yellowfin and skipjack school by size has been presented by Schaefer (1948), Brock (1954), Royce and Otsu (1955), and Broadhead and Orange (1960). The extent and consistency of aggregation by size, however, needs further investigation. Yellowfin and skipjack are frequently caught together in purse-seine sets and by baitboats at an individual "stop" and the presence of the two species together, apparently in the same school, seems to have an effect on the size composition of the school (Orange, Schaefer and Larmie 1957, Broadhead and Orange 1960).

Further knowledge of the schooling habits of yellowfin and skipjack would be especially valuable at the present time. The large catches of yel-

lowfin taken in 1960 and 1961, brought about by the increased capacity and efficiency of the purse-seine fleet (Alverson 1963), have reduced the abundance of the stocks below the point of maximum sustainable yield. Conversely, the skipjack stocks appear, as yet, not to be in need of protection (Schaefer 1962 1963).

One objective of the Inter-American Tropical Tuna Commission is to evaluate and recommend measures which will tend to maintain the stocks of tuna at a level which would afford the maximum sustainable yield to the fishery. One approach to this objective is to aim at maximizing the yield-per-recruit to the stock. Hennemuth (1961a) has shown in theory that, at levels of fishing effort within the range of those that have occurred in recent years, the yield-per-recruit of yellowfin could be increased by 16 per cent by increasing the size of entry of fish into the fishery from 7.5 pounds to 28 pounds (assuming that natural mortality and growth are independent of stock density). The practicality of a regulation increasing the minimum size limit of yellowfin depends, to some extent, upon the degree to which the fish are grouped by size within the schools upon which the seiners set their nets.

The objectives of this paper are to investigate yellowfin schooling behavior from the standpoint of the variation in size of fish within individual purse-seine sets, to examine factors which may affect the extent and consistency of aggregation by size, and to examine the practicality of an increased minimum size limit for yellowfin in the light of what can be discovered about the foregoing.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank the personnel of the U. S. Bureau of Commercial Fisheries Biological Laboratory, La Jolla, who collected some of the length-frequency samples used in this paper. Thanks are due also to Commission scientists C. J. Orange and B. D. Fink who, while engaged in tagging cruises, collected many length-frequency samples. I would also like to thank E. B. Davidoff, of the Commission's staff, who wrote the computer program for length-weight conversion used in this paper.

SOURCE AND TREATMENT OF DATA

The length-frequency samples which form the basic data were taken from individual purse-seine sets made by commercial tuna vessels over the period 1959-1962. There are two sources of such samples: (1) measurements taken at sea aboard commercial tuna vessels and (2) samples taken at the tuna canneries from individual or single sets, in the course of the Commission's market measurement program.

The "at sea" samples were, in most cases, taken during the brailing operation as time and opportunity permitted. Total length of each fish

was measured to the nearest millimeter with calipers, as described by Marr and Schaefer (1949). The samples ranged in number of fish from 20 to 100; the average was 33. Date and location of capture, size of set in tons, species composition, and, in some cases, type of school (porpoise, breezer, etc.) were recorded for each sample.

The Commission's market measurement program has been described in detail by Hennemuth (1957). A single market measurement sample consists of 50 fish and the sampling unit is an individual brine well (less commonly two wells) or fish hold. The wells sampled are selected by month and area strata, so dates and location of capture must be available for each sample. This information is obtained from the bridge and engineer logbooks of the vessel to be sampled. On occasion, a well is filled from a single set of the net and, by chance, a length-frequency sample is taken at the cannery from such a well. Such samples were located by cross-checking the well loading information, routinely recorded with each market sample, with the vessel's bridge logbook. In most cases each set is recorded separately in the bridge log with date, time, location and tonnage caught. Examination of the data for 1959-1962, revealed a total of 212 samples which, if recorded accurately, came from individual sets.

The combined number of single-set samples, for each month and market area stratum are listed in Table 1. The 276 samples from 1959-1962 represent every month of the year, and every market sampling area (Figure 1) except 11 and 13 (but not equally or in any single year).

The mean length, variance, standard deviation, and coefficient of variation were computed for all samples. These statistics are given in Table 2, which also shows the year and month in which the fish sampled were caught, the market measurement area in which they were caught, the tonnage of the set from which they were sampled, the number in the sample and the size range. The sample numbers shown in the first column were assigned arbitrarily to aid identification.

In graphing the length frequencies, the procedure described by Hennemuth (1961b) was followed. In brief, the measurements were grouped by 20 mm class intervals; for example, all measurements between 800 and 819 were grouped in the 800 mm class interval. The frequencies were then converted to per cent and smoothed by a moving average of three class intervals with double weight going to the middle class interval.

The samples, for reasons which will be discussed in the section on Results, were separated into two categories: "pure" and "mixed."

The criteria of separation follow the procedure of Broadhead and Orange (1960). A set was considered "pure" if 95 per cent or more of the tonnage was yellowfin. The 95 per cent separation point was used rather than 100 per cent, because, quite often, when a few skipjack are caught with several tons of yellowfin, the skipjack are not mentioned in

the log or are listed as "few." Sets in which 95 per cent or more of the tonnage was skipjack, were classified "pure" skipjack and were not included in the analysis.

The statistical tests employed follow the methods of Snedecor (1956).

ASSUMPTIONS AND LIMITATIONS

One of the objectives of this study is to learn as much as possible about the size composition of yellowfin tuna within schools, from length-frequency samples taken from catches of individual purse-seine sets. It is, therefore, necessary to assume that a set captures all, or a consistently representative portion, of an individual school. The concentrations of tuna sighted and set on by the purse-seine fishermen may not be schools in the strict sense of the term. Breder (1959) defined a school as "a polarized group of fish with little more than swimming distance between individuals." It is possible that two closely associated schools may be captured in one set of the net. Yuen (1962) concluded, from underwater observations, that when yellowfin and skipjack are caught together at one stop of a baitboat, the two species are not randomly schooled but tend to orient by species. He suggested that yellowfin and skipjack are drawn to occupy the same area by the stimulus of food. He also noted that yellowfin tend to stay below the skipjack between dashes to the surface for bait. Joseph and Barrett (1963) also observed this layering effect among yellowfin and skipjack held in the bait tank of a commercial tuna vessel. The relationship of the schools to catches in individual sets may be a complex one. However, the fish captured in individual sets, whether single schools or not, are what the fishery works with and are important in themselves. The use here of the term "school" for describing the aggregation of tuna captured in a single set is, therefore, tentative and for convenience.

Because the single-set market samples were nearly always drawn from sets which had sufficient tonnage to fill an entire well, the average tonnage of these sets is considerably higher than the average tonnage of all sets. This is also true, to a lesser extent, of the sets sampled at sea because the smaller sets may have been handled too rapidly by the fishermen to permit the measuring of an adequate sample. This is shown in Figure 2 in which the distribution of the tons caught in the sets which furnished the length-frequency samples used in this study is compared with that of all sets for 1961 (C. J. Orange, *personal communication*). The sets have been grouped by five-ton intervals, and the accumulated percentage in each group is plotted. Pure yellowfin sets are compared in the upper graph and mixed species sets in the lower. Sets sampled at sea and ashore are plotted separately in the case of pure yellowfin sets. Sets sampled at sea are not included in the comparison of mixed species sets because only eight such sets were sampled.

RESULTS AND DISCUSSION

Comparison of single and multiple set samples

If yellowfin tuna school by size, the variation in size within schools should be significantly less than the size variation among schools. The "at sea" and single-set market samples were grouped in strata of month and sampling area, and analysis of variance tests were computed for those strata which contained at least three samples. Broadhead and Orange (1960) have shown that yellowfin from pure schools are usually larger and more variable in size than are yellowfin from mixed species schools. Therefore the pure and the mixed schools were treated separately. The null hypothesis that the lengths of yellowfin in the individual "at sea" samples were randomly drawn from all the lengths present in a stratum was rejected at the 99-per cent confidence level in eight of the nine strata (Table 3). The same procedure was followed with the single-set market samples. The null hypothesis was rejected at the 99-per cent confidence level in 15 of 19 strata and in 16 of 19 strata at the 95-per cent level (Table 4). It is thus apparent that considerable grouping by size occurs among the tuna captured in individual sets.

Tuna in single-set samples are more alike in size than are those from randomly-drawn samples, but so are tuna in ordinary market samples, which may or may not include fish from more than one set (Hennemuth 1957b, Broadhead and Orange 1960). For this reason, it is desirable to compare market samples taken from single sets with market samples taken from wells which were filled by more than one set. Broadhead and Orange (1960) made this comparison between samples measured at sea from single baitboat "stops" and baitboat market samples; they found that the tuna from "at sea" samples were more alike than were those from market samples. In the present case, the market samples known to have been drawn from individual sets were compared, in strata of month and market sampling area, with market samples drawn from wells known to have been filled by more than one set. The comparisons were confined to strata which were represented by at least three samples of each type. The results are summarized in Table 5 which shows, for each strata, the number of samples, number of individuals measured, mean length, and total and within-sample variance of both types of samples. In 14 of the 21 strata, the within-sample variance of the single-set samples was smaller than that of the "multiple" set samples. The pooled estimate of the within-sample variance of the single-set samples was 15,814 as opposed to 27,360 for the multiple-set samples.

The distribution of the variances of the two types of samples was then examined. As the distributions were skewed towards the larger values, a logarithmic transformation was applied which made the distributions approximately normal. An analysis of variance of the logarithms of the variances of the two groups of length-frequency samples was computed

(Table 6). The mean square for sample type is significantly larger at the 95-per cent confidence level than the mean square among samples of the same type.

The single-set samples are, then, on the average, more homogeneous than market samples from the same strata drawn from more than one set. The smaller variance of the single-set samples does not appear to be due to differences in the average size of fish in the two types of samples for neither group is consistently larger or smaller and the difference in overall average size is only seven millimeters.

Comparison of single-set samples measured at sea with single-set market samples

The "at sea" samples and the single-set market samples, if both are assumed to be from individual sets, should have within-sample variances of similar magnitude. There can be no doubt of the authenticity of the samples measured at sea, but accuracy of recording by the log-keepers must be assumed in the case of the single-set market samples. The total variance, within-sample variance and mean length of the two types of single-set samples are compared in Table 7. It was not possible to make the comparison by strata of one-month periods due to the uneven temporal distribution of the samples, so the comparisons were made by strata of market area and time periods varying from two to six months. The within-sample variances differ considerably between the two groups of samples in five of the six strata, but there is no consistent tendency for the variance of either group to be higher. The pooled estimates of the within-sample variance for the two groups are remarkably close, 10,630 for the "at sea" samples and 10,234 for the market samples. As there seemed from these data to be no indication of inaccuracy for the market samples, they were combined with the at-sea samples in the subsequent analysis.

Variation in length-frequency distributions from individual sets

The length-frequency distributions of samples taken from individual purse-seine sets differ greatly from one to another not only in range, mean and variance (Table 2) but also in the form of their distribution (Figure 3). In this figure the smoothed percentage length-frequency distributions of the single-set market samples for 1961, a typical group, are shown. The number in the upper righthand corner of each panel is the assigned sample number; these are listed to facilitate identification in Table 2. The samples are arranged in order of ascending mean length of fish.

The form of the distributions range from nearly normal (numbers 110, 108, 152, 163, 144, 131, 123, 116, etc.) to multi-modal or non-modal (numbers 119, 140, 118, 122, 136, 157, etc.). Most of the distributions have one dominant mode, and in many cases one or more secondary modes.

With samples of only 50 fish, classification of the distributions as unimodal or bimodal, etc. and identification of these modes with age groups is not feasible. Hennemuth (1961b), in his study of the age and growth of yellowfin tuna, excluded from his analysis month-area strata which contained only one sample because of the rather large variation that could be expected from single samples. However, the distances separating some of the modes in the distributions shown in Figure 3 suggest that more than one age group of yellowfin is sometimes caught in the same set.

Comparison of size composition of yellowfin samples from pure and mixed-species sets

Broadhead and Orange (1960), working primarily with single-school samples measured at sea from baitboat catches, showed that yellowfin from pure schools were usually larger in size and displayed more within-sample variation than did yellowfin from schools mixed with skipjack. The single-set purse-seine samples presented here were similarly compared, with results similar to those of Broadhead and Orange. There are 219 samples from pure yellowfin sets, with a total of 9,915 individual measurements, and 57 samples from mixed yellowfin and skipjack sets, with 2,761 individual measurements. The difference in size composition of the two groups is very apparent (Figure 4). The major mode of the yellowfin from mixed schools is at 600 mm, while that of the yellowfin from pure schools is at 780 mm. Also, the size range of the pure school distribution is greater and its distribution trails off much more gradually from the major mode.

The variances of the samples from pure schools are also larger than are the variances of the samples from mixed schools. To test the significance of this, the procedures employed by Broadhead and Orange (1960) were followed. A logarithmic transformation applied to the variances of the two groups of length-frequency samples made the distributions approximately normal. Comparison of distributions of the logarithms of the variances of the pure- and mixed-school samples (Figure 5) shows that the variances of the pure-school samples are considerably larger than those of the mixed-school samples. An analysis of variance of the logarithms of the variances of the two types of samples was computed (Table 8); the mean square between sample-types is significantly larger, at the 99-per cent confidence level, than the mean square among samples of the same type.

The yellowfin from pure-species schools are larger, on the average, than the yellowfin from mixed-species schools, so the greater variation in size in the pure-school samples might be due simply to the larger size of individuals. To examine this possibility, the percentage frequency of the coefficients of variation of the pure and mixed schools were plotted (Figure 6). The coefficients of variation of the pure-species samples averaged

slightly larger than did those of the mixed-species samples, but the distributions are very similar; the modes of the two distributions are at the same point, and the ranges are nearly identical. The larger variances of the pure-set samples thus are not due entirely to the larger average size of the fish in these samples.

For most of the mixed schools sampled, the proportion, by weight, of each species is known (Table 2). To determine if the proportion of the two species in the school is related to the mean length or variance of the yellowfin lengths, the per cent of yellowfin in each mixed set was plotted against the mean length of the yellowfin (Figure 7, upper panel). (All samples from sets which contained any skipjack were considered, for this comparison, to be mixed.) The scatter of the points fails to indicate any relationship. When the per cent of yellowfin in the set is plotted against the logarithm of the variance of the sample (Figure 7, lower panel), there again is no apparent relationship between the two variables. The fact that there is a mixture of the two species in the same "school," rather than the proportion, seems to be the factor which determines the difference in size composition.

Comparison of the size composition of samples from porpoise-associated schools with other schools of known type

The type of school involved in each set is often recorded in the vessel logbooks. Many schools of tuna are classified by appearance or by the amount of surface disturbance they cause. Some commonly used terms are "blackspot," "finners," "breezer," "boiler," and "jumper." Schools sighted at night by means of bioluminescence are referred to as "fireballs." Yellowfin are often found intermingled with spotted and spinner porpoise (*Stenella* sp.), especially in the area along the Mexican coast between 15° and 20°N. Of 276 single-set samples, 143 were identified by type of school (Table 9); of this number, 104 were pure yellowfin sets and 39 were from mixed-species sets. Sixty of these samples were from porpoise-associated schools—by far the largest single type. Because of this and because porpoise-associated schools are a more distinct type, the size composition of the samples from porpoise-associated schools was compared with that of the samples from other schools of known type. Of the 39 samples from mixed-species sets listed in Table 9, only three were from porpoise-associated schools. It was necessary, therefore, to eliminate the mixed-species samples from the comparison because of the difference in size composition of pure-species and mixed-species samples. This left 57 samples from porpoise-associated schools and 47 samples from other schools of known type.

The smoothed percentage length-frequencies of the combined individual measurements from the two categories of schools are shown in the upper panel of Figure 8. The two distributions are not greatly different

except that a higher percentage of the measurements from the non-porpoise schools fall in the first and major mode, which peaks at 780 mm. In the lower panel of Figure 8 the percentage frequencies of the logarithms of the variances of the length-frequency samples from the two categories of schools are plotted. It is apparent that the variances of the samples from porpoise-associated schools are larger, on the average, than the variances of the samples from the other types of schools. The range of the variances of the samples from non-porpoise schools, however, is greater than that of the samples from porpoise-associated schools. An analysis of variance of logarithms of the variances (Table 10) indicates a significant difference between the porpoise and non-porpoise schools. However, the distributions of the variances of the "non-porpoise" samples, even after logarithmic transformation, departs substantially from normality, so the results of the analysis of variance, despite the high level of significance (99 per cent), do not prove conclusively that the variance of the samples from porpoise-associated schools are significantly higher. However, the graph in the lower panel of Figure 8 suggests that this is the case.

Size of set and size of fish

There are 210 single-set samples from pure yellowfin sets for which the total tonnage of the "school" was recorded. For such samples it was possible to investigate the possible relationships between the tonnage of fish in the set and their size. Samples from sets for which the exact tonnage was not recorded or where logbook records indicated that part of the school escaped or was not brought aboard the vessel were not included in this analysis.

Figure 9 shows the size of set, in tons, plotted against the mean length of the fish. The scatter of the points indicates no relationship between the two variables. A plot of the size of set against the variances of the length-frequency samples again showed no apparent relationship (Figure not shown).

Brock (1962) presented evidence from long-line catches of yellowfin which indicated that, as the size of fish increases, the size of schools, in numbers of fish, decreases. Catches in the eastern Pacific purse-seine fishery are recorded in short tons, and total length is used as a measure of size. To obtain an estimate of the number of fish in the sets sampled, length frequencies were converted to weight frequencies, the mean weight was computed and the pounds of tuna in each set was divided by the mean weight of the sample. The conversions from length to weight were accomplished by the formula: $\log_{10} Y = 3.020 \log_{10} X - 7.410$ or $Y = (3.894 \times 10^{-8}) X^{3.020}$ (Chatwin 1959) where X is length in millimeters and Y is weight in pounds. The calculated mean weight of the sampled yellowfin, the weight of yellowfin captured by the set, in pounds, and the estimated number of fish per set for the 210 samples are listed in Tables 11 and 12.

The estimates of the number of fish per set range from 37 to 21,250, with a mean of 2,951. The distribution of the estimated school sizes is shown in Figure 10. Like the distribution of size of set, in tons (Figure 2), the distribution is strongly skewed to the right. This distribution is not presented as typical of the distribution of numbers of fish per school in the eastern Pacific, but only to show the estimates obtained with the data at hand.

Comparison of the mean of the length-frequency samples with the estimates obtained for number of yellowfin in the set or "school," indicates that, on the average, the larger fish occur in the smaller schools. Figure 11, with the estimates of the numbers of fish per school plotted against the mean length of yellowfin of each sample shows a negative curvilinear relationship may exist between the two quantities. When the common logarithms of both variables are employed the relationship becomes linear, with a correlation coefficient significant at the 99-per cent level. The significance of this correlation may not be due to the correlations of mean weight (\bar{W}) and number of fish (N) because N is actually T/\bar{W} (where T is tonnage of set). Correlations of this type where X is compared with Y/X tend to be significantly negative because large X values tend to yield small Y/X values. Therefore, a line fitted to the points of Figure 11 would be of doubtful meaning. Without an independent estimate of the number of fish in the schools, a mathematical estimation of the relationship between size of fish and number per school is not possible.

Size composition of yellowfin in sets and the minimum size limit

Hennemuth (1961a) has shown that with the present minimum size limit of 7.5 pounds applying to yellowfin landed in California, the fish become fully available to the fishery at 1.5 years. Using the most probable estimates for fishing and natural mortality coefficients, and assuming density-independent growth and natural mortality he showed that the yield-per-recruit at this entering age is approximately 16.7 pounds. The maximum yield-per-recruit, at a level of fishing effort near to that prevailing at present, was estimated to be approximately 19 pounds. This yield could be achieved by delaying the entrance of yellowfin tuna into the fishery for approximately six months, at which time they would be slightly less than two years of age and weigh about 28 pounds (85-86 cm long). The yield-per-recruit could be increased by 16 per cent with no change in the amount of fishing effort and, if recruitment is assumed to be independent of stock density, this would result in a similar increase to yield in the fishery. However, if the size-composition data of set-catches presented here are typical of the seiner fishery as a whole, a minimum size regulation of 28 pounds would present some problems.

To investigate the effect of a 28-pound size limit, the percentage of fish weighing less than 28 pounds in each single-set sample was computed

from the converted length to weight distributions. Of 57 samples from mixed yellowfin and skipjack sets, all of the yellowfin were under 28 pounds in 39 of them. In 48 samples, 90 per cent or more of the yellowfin were under 28 pounds, and in 52, 80 per cent or more were under 28 pounds. Only one sample had less than 50 per cent yellowfin under 28 pounds. This indicates that if a 28-pound limit were in effect, the fishing fleet would have to avoid mixed species schools. While the yellowfin portion of these schools was being allowed to escape, the skipjack portion would escape also, of course. The yellowfin would be available to the fishery later, after reaching 28 pounds, but this cannot be said with any certainty for the skipjack, as the skipjack in mixed schools are somewhat larger than the average for the catch as a whole (Broadhead and Orange 1960). If these skipjack were allowed to escape, it would be to the disadvantage of the fishery, for the presently available evidence indicates that the skipjack stocks are underfished (Inter-American Tropical Tuna Commission 1964).

The samples from pure yellowfin sets were also examined in regard to a 28-pound size limit. The per cent of fish under 28 pounds in each of these samples, the mean weights to the nearest pound (arranged in ascending order), number of samples for each mean weight, and the per cent of each sample that was under 28 pounds are given in Table 13. Up to a mean weight of 12 pounds, all yellowfin in the samples were under 28 pounds; in samples at mean weights of 84 pounds and above, there were virtually no yellowfin under 28 pounds. Up to a mean weight of 21 pounds, at least 90 per cent of all samples were composed of yellowfin under 28 pounds. At mean weight above 21 pounds, the per cent of yellowfin above 28 pounds in each sample increased erratically. At mean sample weights above 70 pounds, only one of 31 samples had as many as 10 per cent yellowfin under 28 pounds. To protect yellowfin tuna under 28 pounds, schools in which the fish average considerably greater than 28 pounds would have to be avoided.

The trend of the relationship between mean weight of sample and per cent of fish in the sample below 28 pounds is illustrated in Figure 12. The mean weights have been grouped by five-pound intervals in the order, 5-9, 10-14, etc.; the samples in the 5-9 pound interval are plotted at 5 on the graph. At each interval the average per cent under 28 pounds is indicated by a point, and the range of the per cents is represented by a vertical line. The trend of the points indicates that, on the average, to avoid taking more than 15 per cent yellowfin under 28 pounds, seiners would have to eschew schools in which the mean weight of the yellowfin is under 50 pounds, assuming that the fishermen are able to judge the mean weight of fish in a school before setting the net.

It must be pointed out that insufficient data with which to examine this relationship on a time and area basis are available so the results may

not reflect conditions prevailing in a particular area during an individual month or season.

SUMMARY

The basic data for this study were 276 length-frequency samples of yellowfin tuna from individual purse-seine sets taken during the years 1959-1962. It was tentatively assumed that purse-seiners set upon individual schools, and that the fish captured are representative of the fish in the school. A limitation of the data is that the sets of larger-than-average tonnage are over-represented in the samples.

The within-school variance of fish length from the single-set samples was significantly smaller than the between-school variance, in the great majority of the time-area strata, indicating that the individual samples were not drawn at random from a homogeneous population. In 14 of 21 time-area strata, yellowfin from single-set samples were more alike in size than were yellowfin in samples composed of fish from more than one set. No significant differences were found in variability of length between single-set samples taken at sea and those taken in the market measurement program. It is thus apparent that the yellowfin tuna captured in individual sets were grouped by size and that this grouping was more pronounced than that of all tuna in strata of month and market measurement area. Assuming that each set captures an individual school, or a consistent representative portion thereof, these comments apply to schools as well as sets.

The tendency to aggregate by size seems to be stronger than the tendency to aggregate by species. Yellowfin and skipjack are often captured in the same set, and such yellowfin were, on the average, smaller and more homogeneous in size than were yellowfin from pure yellowfin sets.

Yellowfin in porpoise-associated schools appeared to be somewhat less homogeneous in size than did yellowfin from other types of schools.

No relationship was found between the tonnage of yellowfin taken by a set and the average size or size variation of yellowfin captured in the set.

There appeared to be a negative curvilinear relationship between the average size of fish in a set and the number of fish in the set but this might have been affected to some unknown degree by the method of estimating the number of fish per set.

The yield-per-recruit for yellowfin tuna might be increased 16 per cent by raising the minimum size limit from 7.5 to 28 pounds (Hennemuth 1961a). However, if the size composition data for individual sets used in this study are typical of the entire population of sets taken by the fishery,

size variation within sets is great enough to complicate considerably a program of regulation aimed at maximizing the yield-per-recruit. Mixed yellowfin and skipjack schools could not be exploited, and pure yellowfin schools in which the mean weight of individuals is considerably greater than 28 pounds would have to be passed by in order to protect yellowfin under 28 pounds.

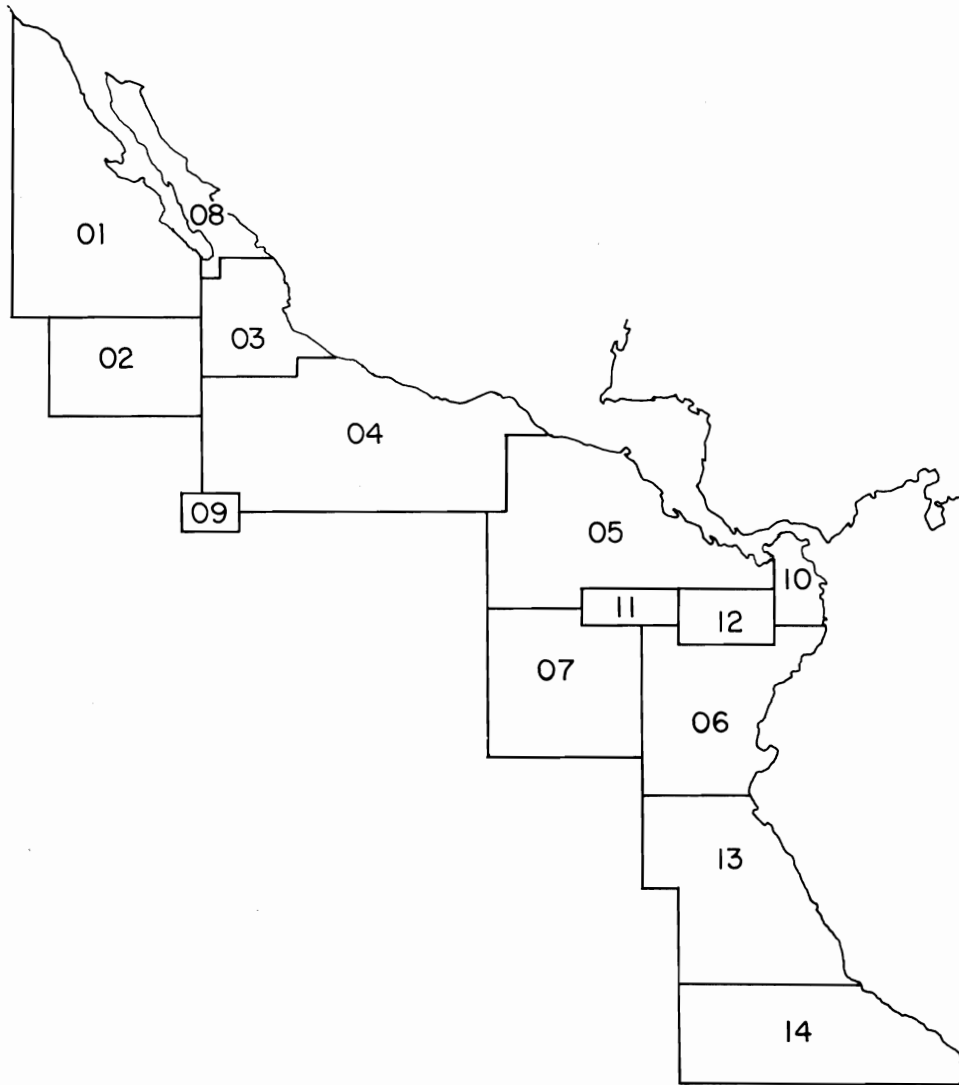


FIGURE 1. Market measurement areas of the Inter-American Tropical Tuna Commission.

FIGURA 1. Areas de medición en los mercados, establecidas por la Comisión Interamericana del Atún Tropical.

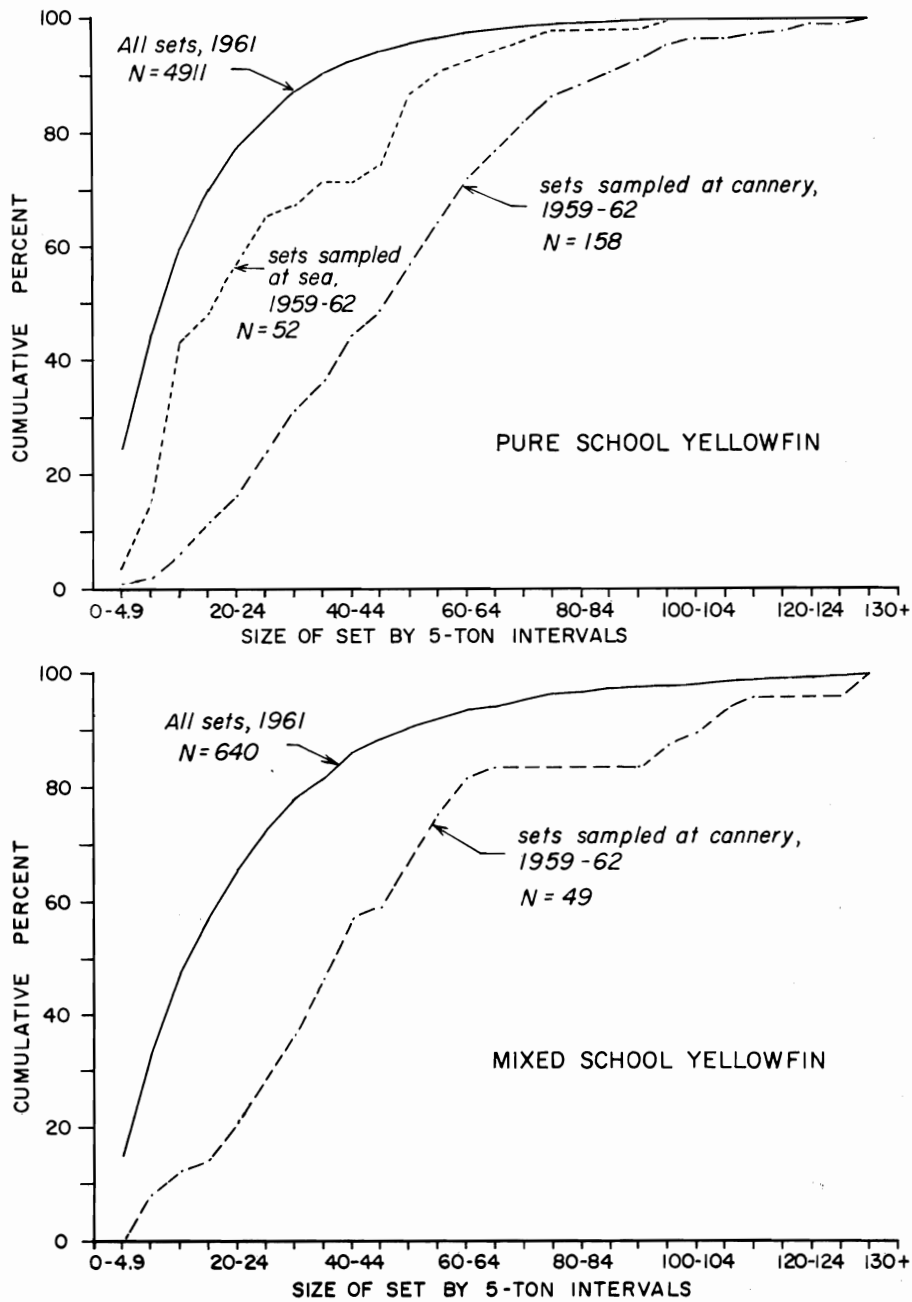


FIGURE 2. Comparison of cumulative per cent distribution of size of set of sampled sets, 1959-62 with all sets, 1961, for pure and mixed species schools.

FIGURA 2. Comparación de la distribución del porcentaje acumulativo del tamaño del lance de redadas muestreadas, 1959-1962, con todos los lances, 1961, correspondientes a cardúmenes puros y de especies mixtas.

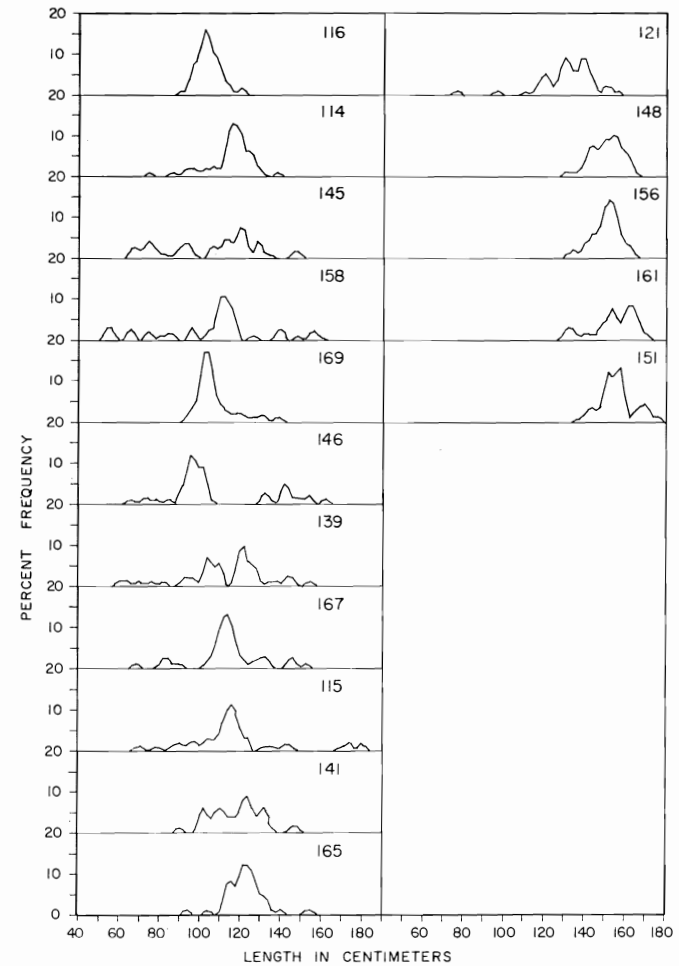
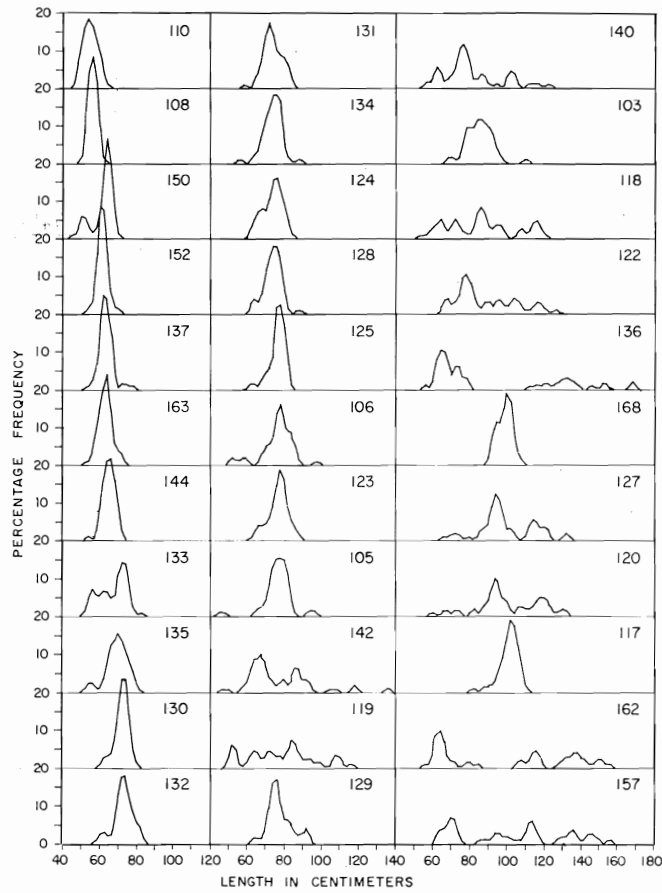


FIGURE 3. Smoothed percentage length-frequency distributions of single-set market samples for 1961. Samples arranged in order of ascending mean length.

FIGURA 3. Distribuciones suavizadas de los porcentajes de frecuencia-longitud de muestras de los mercados provenientes de lances individuales correspondientes a 1961. Las muestras han sido colocadas en el orden ascendente de su longitud media.

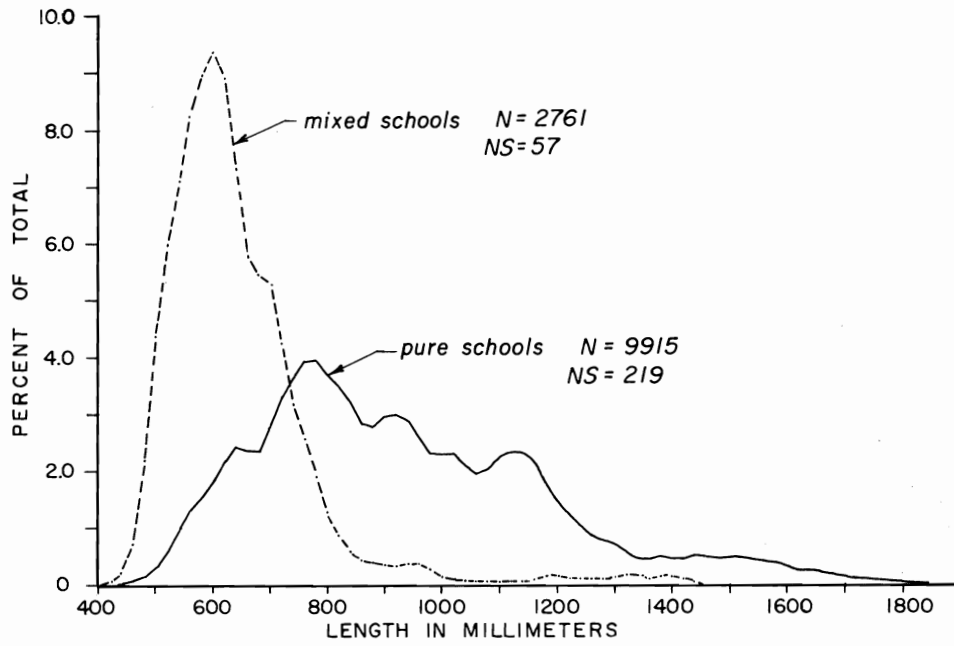


FIGURE 4. Smoothed percentage length-frequency of yellowfin from pure and mixed species schools.

FIGURA 4. Porcentaje suavizado de frecuencia-longitud del atún aleta amarilla proveniente de cardúmenes puros y de especies mixtas.

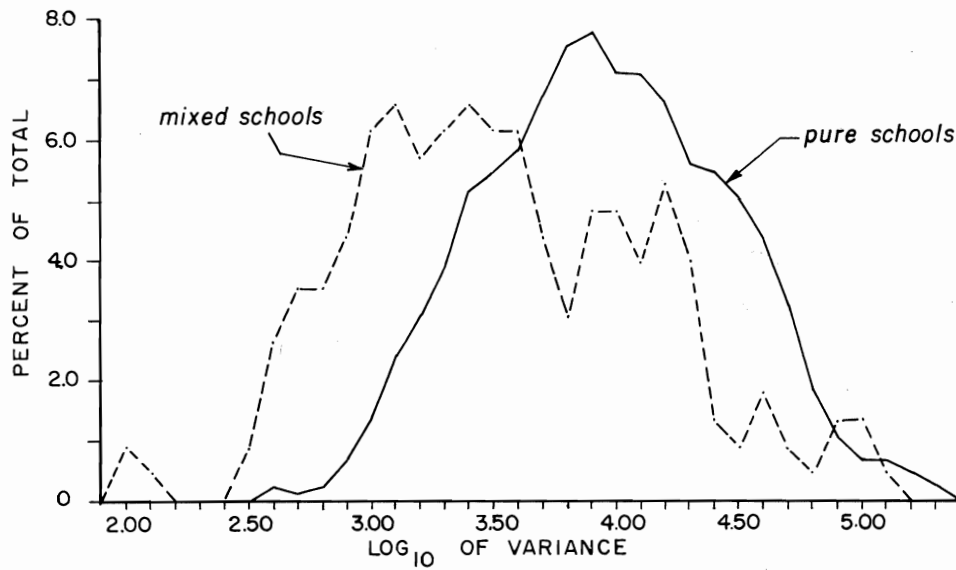


FIGURE 5. Smoothed percentage frequency of common logarithms of variances of length-frequency samples from pure and mixed species schools.

FIGURA 5. Porcentaje suavizado de las frecuencias de los logaritmos comunes de las variancias de las muestras de frecuencia-longitud, provenientes de cardúmenes puros y de especies mixtas.

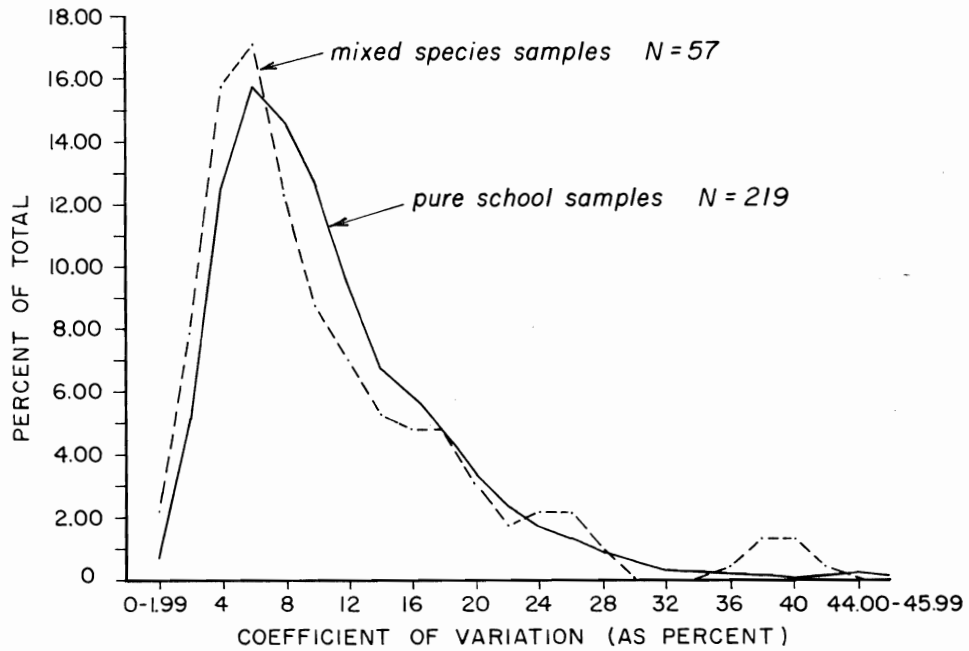


FIGURE 6. Smoothed percentage distributions of coefficients of variation of length-frequency samples of yellowfin from pure and mixed species schools.

FIGURA 6. Porcentaje suavizado, de las distribuciones de los coeficientes de variación de las muestras frecuencia-longitud, correspondientes al atún aleta amarilla de cardúmenes puros y de especies mixtas.

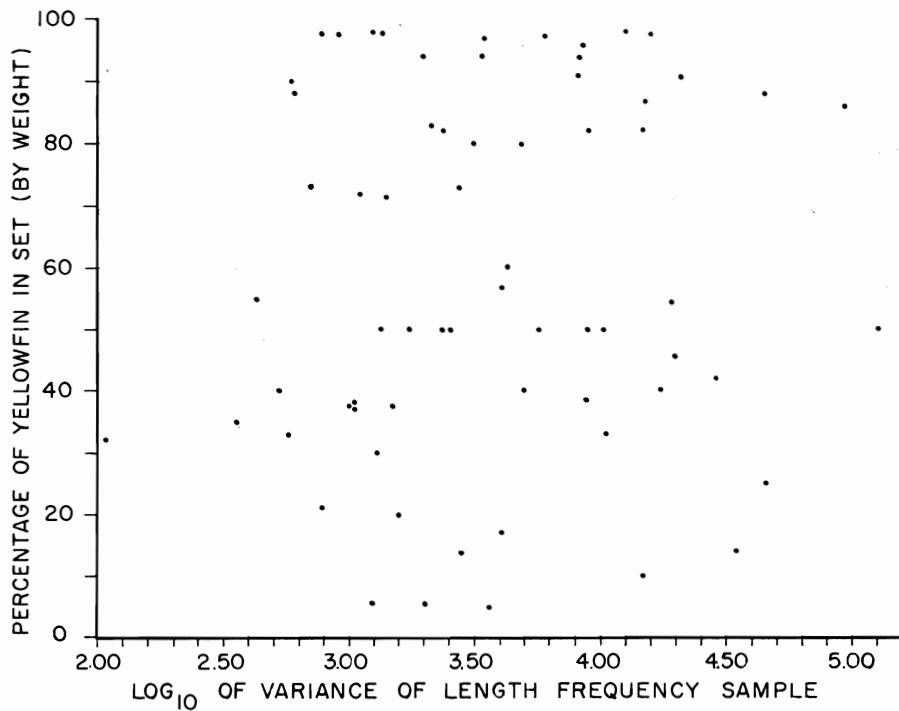
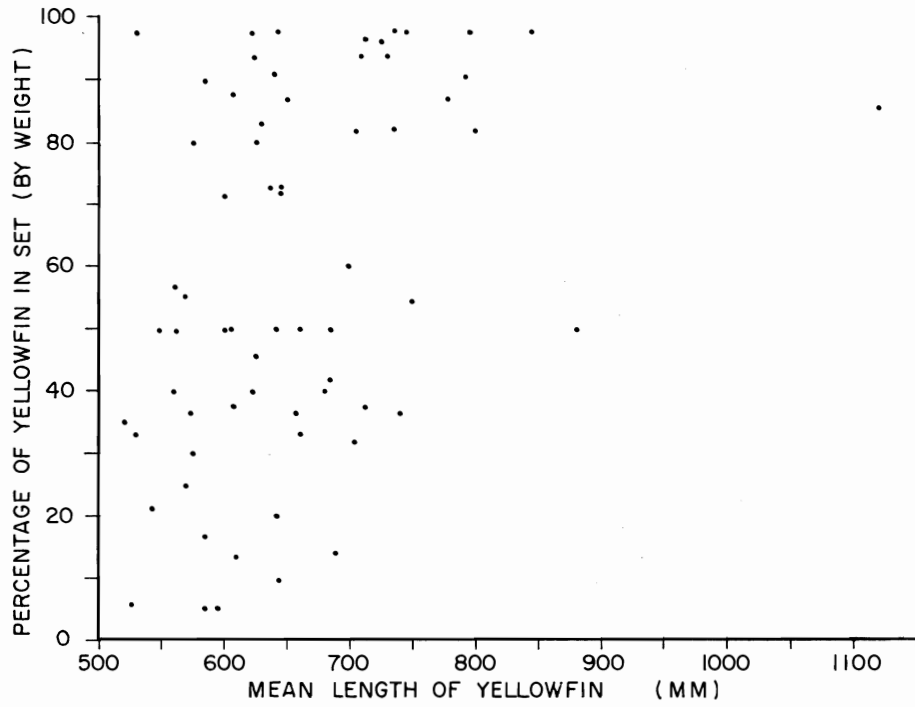


FIGURE 7. Per cent, by weight, of yellowfin in set plotted against mean length of yellowfin in sample (upper) and common logarithm of variance of sample (lower).
FIGURA 7. Porcentaje, por peso, del atún aleta amarilla en un lance, graficado contra la longitud media del atún aleta amarilla en la muestra (parte superior), y el logaritmo común de la variancia de la muestra (parte inferior).

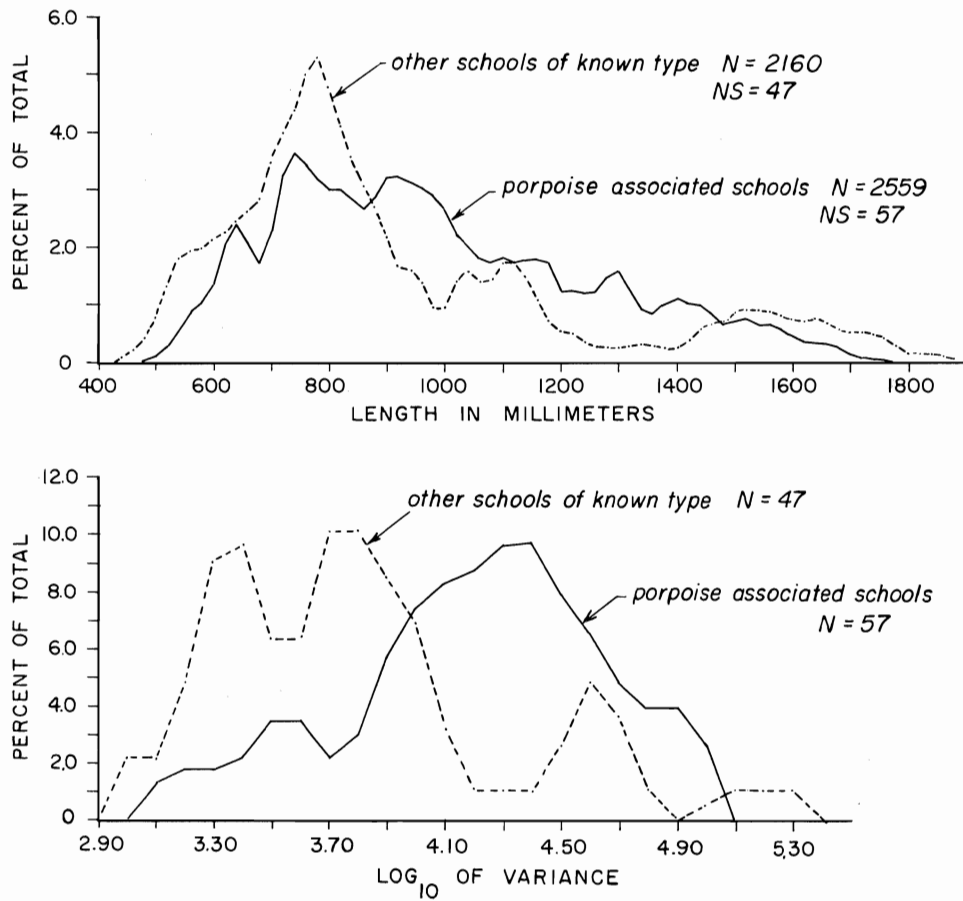


FIGURE 8. Combined length-frequency distributions of samples from porpoise-associated schools and other schools of known type (upper panel) and frequency distributions of logarithms of variances of length-frequency samples from porpoise-associated schools and other schools of known type (lower panel).

FIGURA 8. Distribuciones combinadas de frecuencia-longitud de las muestras, de cardúmenes asociados con delfines y otros cardúmenes de tipo conocido (recuadro superior), y distribuciones de la frecuencia del logaritmo de las variancias de las muestras frecuencia-longitud, de cardúmenes asociados con delfines y otros cardúmenes de tipo conocido (recuadro inferior).

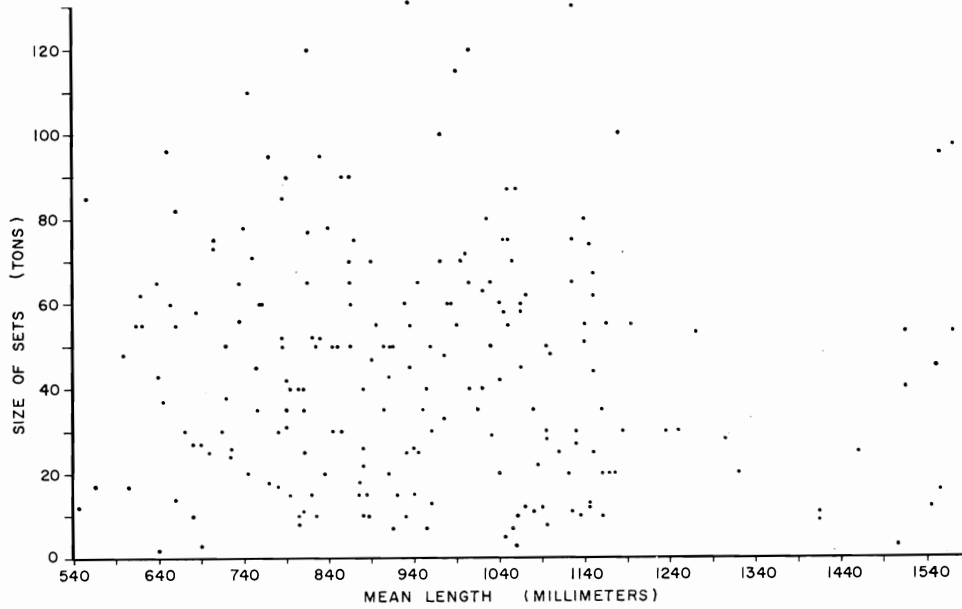


FIGURE 9. Tonnage of set plotted against mean (mm) of length-frequency sample.

FIGURA 9. Tonelaje del lance graficado contra la media (mm) de la muestra frecuencia-longitud.

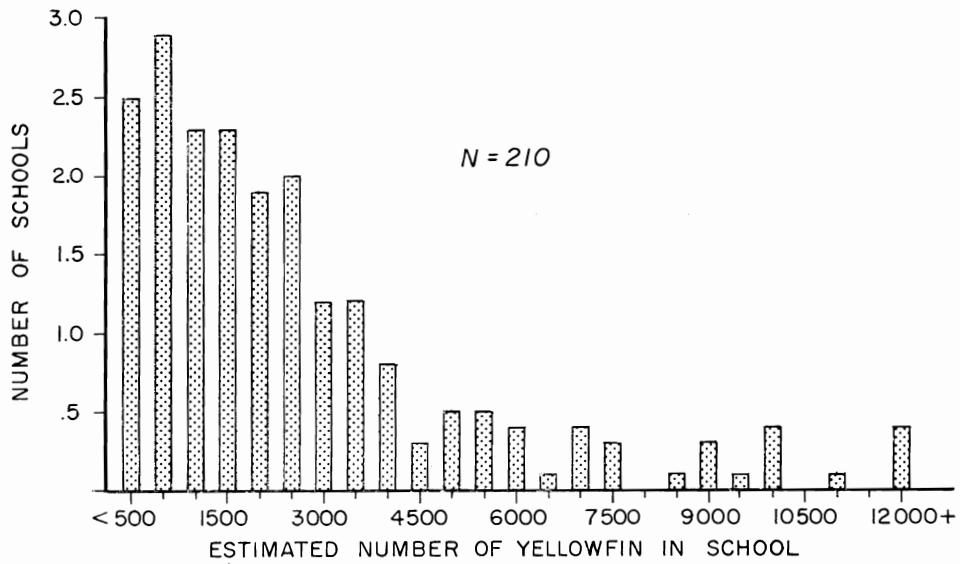


FIGURE 10. Frequency of school size, in numbers of fish, grouped by 500's.

FIGURA 10. Frecuencia del tamaño del cardumen en número de peces, agrupados de a 500.

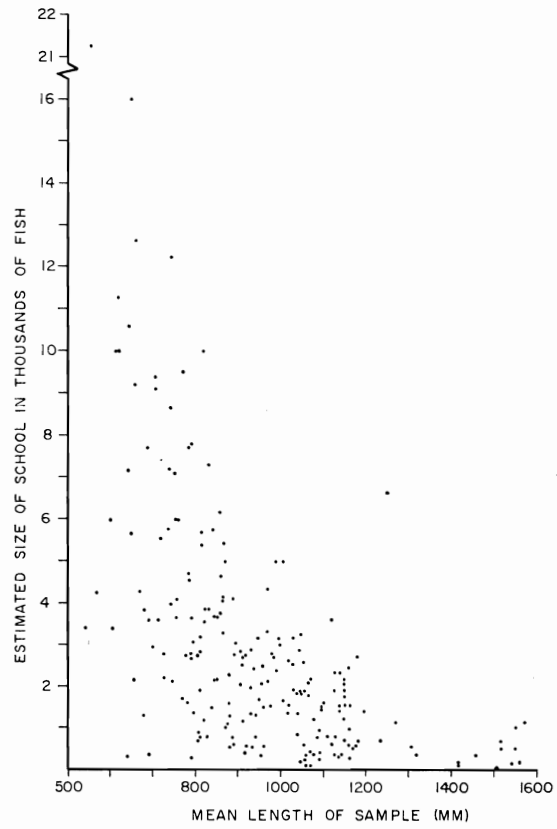


FIGURE 11. Estimated number of yellowfin in school plotted against mean length of yellowfin in sample.

FIGURA 11. Número estimado de atunes aleta amarilla en un cardumen, graficado contra la longitud media del atún aleta amarilla en la muestra.

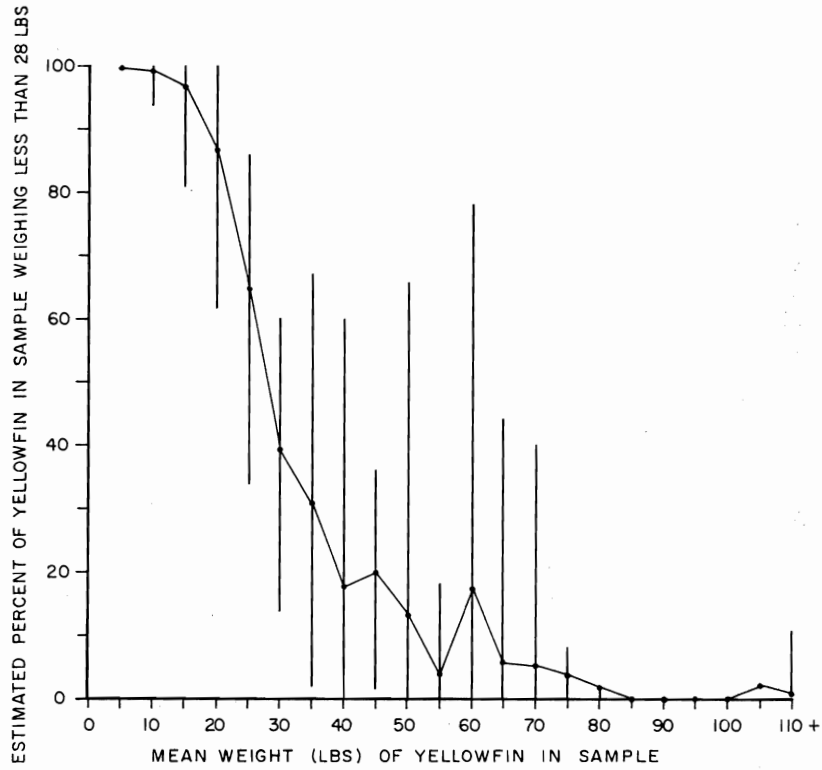


FIGURE 12. Estimated per cent of yellowfin weighing less than 28 pounds in sampled sets plotted against mean weight of yellowfin in sample. Points represent average for each interval, lines represent range.

FIGURA 12. Estimación del porcentaje del atún aleta amarilla que, en lances muestreados pesa menos de 28 libras, graficada contra el peso medio del atún aleta amarilla en la muestra. Los puntos representan el promedio para cada intervalo, las líneas representan la amplitud.

TABLE 1. Number of single set samples ("at sea" and market measurement combined) by month and market sampling area**TABLA 1.** Número de muestras de un lance individual (medidas combinadas de "a bordo" y del mercado) por mes y área de muestreo del mercado

Year	Año	Area	MONTH — MES											
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1959	01					4	6		1		1		1	
	03					4	1							
	04	2										1		
	08		3	17	4					1				
1960	01			3	3			1	1		1	1		
	03	1	3	3	1	1			1					
	04	2	3	13	4	2	2		1	2		2	1	
	05				4	1	1	2		5	1	2		
	08			2	3									
1961	01	1			3	2	1	1	1	1	3			
	02				2									
	03		1		4	2							1	
	04	1	1	2		1	1					6	2	
	05		4			3	1	1	2	3	5	3	3	
	06							1						
	07												1	
	08			1	1									
	09												1	
	10												1	
	12												1	
	1962	01					2	6		2	2	1		3
02				3	5		1					1		
03		1	1		2	2	1							
04					3									
05			3	4	4	4	1		1	1	2	2		
06		2	4	9	1	2	1			1				
08				1										
09		2												
10			2	5									2	
12			1											
14				1										
			12	26	64	48	29	17	7	8	18	13	18	16

TABLE 2. Length-frequency samples of yellowfin tuna from individual purse-seine sets, 1959-1962

TABLA 2. Muestras de las frecuencias de longitud del atún aleta amarilla en los lances individuales de los barcos rederos, 1959-1962

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variación	Desviación estándar	Coefficientes de variación
Pure yellowfin—measured at sea — Atún aleta amarilla puro—medido a bordo									
31	59-4	03	11-T†	27	1025-1533	1416	9,625	98.11	6.93
32	59-4	03	50-T	25	738-1461	1095	79,959	282.77	25.83
9	59-2	08	75-T	59	998-1384	1124	3,864	62.16	5.53
10	59-3	08	48-T	24	887-1209	1098	6,127	78.28	7.13
11	59-3	08	12-T	25	936-1197	1091	5,258	72.51	6.65
13	59-3	08	22-T	25	934-1214	1085	5,687	75.41	6.95
14	59-3	08	25-T	25	944-1419	1112	9,516	97.55	8.78
15	59-3	08	50-T	24	666-939	825	5,759	75.89	9.20
16	59-3	08	50-T	25	754-911	845	2,044	45.21	5.35
17	59-3	08	15-T	25	717-968	873	2,986	54.64	6.26
18	59-3	08	7-T	21	671-1056	917	5,733	75.72	8.26
19	59-3	08	20-T	28	895-1224	1038	10,574	102.83	9.91
21	59-3	08	12-T	20	1047-1254	1146	2,679	51.76	4.52
22	59-3	08	55-T	25	1079-1221	1163	1,466	38.29	3.29
23	59-3	08	20-T	25	507-1272	1172	20,892	144.54	12.33
24	59-3	08	35-T	25	483-918	809	9,504	97.49	12.04
25*	59-3	08	20-T	27	504-922	804	7,833	88.50	11.01
26	59-3	08	50-T few St†	26	507-908	720	15,652	125.11	17.37
28	59-4	08	70-T	25	651-1164	889	23,455	153.15	17.22
29	59-4	08	15-T	21	849-1237	942	8,568	92.56	9.83
33	60-2	04	28-T	25	1055-1243	1093	4,981	70.58	6.46
34*	60-2	04	65-75-T	25	750-1277	1078	16,776	129.52	12.01
35	60-2	04	7-T	25	944-1453	1054	15,674	125.20	11.88
36	60-3	04	62-T	25	832-1374	1148	14,059	118.57	10.33
37	60-3	04	20-T	25	942-1248	1122	7,121	84.39	7.52
38	60-3	04	20-T	25	1032-1300	1158	3,468	58.89	5.08
39	60-3	04	8-T	25	890-1271	1093	12,795	113.12	10.35
40	60-3	04	25-T	25	829-1340	1148	8,695	94.68	8.25
42	60-3	04	10-T	25	967-1302	1134	7,205	84.88	7.48
43	60-3	04	3-T	27	464-891	687	13,396	115.74	16.84
44	60-3	04	52-T	25	527-1039	830	11,683	108.09	13.03
45	60-3	04	8-T	25	535-1245	805	17,537	132.43	16.46
46	60-3	04	13-T	25	683-1563	960	42,457	206.05	21.45

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
47	60-3	04	3-T	25	937-1679	1504	37,723	194.22	12.91
48	60-3	04	12-T	25	504-1211	1068	17,752	133.23	12.48
49	60-9	04	10-T	22	960-1440	1158	15,599	124.90	10.78
50	60-9	04	5-T	20	840-1250	1045	14,310	119.62	11.45
51	60-9	05	18-T	25	760-1450	876	16,657	129.06	14.73
53*	60-9	05	11-T	25	610-750	672	1,747	31.80	4.73
54	60-9	05	55-T 1-S	25	590-1060	734	12,455	111.60	15.20
61	62-4	02	10-T	48	626-1442	881	53,579	231.47	26.28
62	62-4	02	35-T	50	713-1354	1014	35,926	189.54	18.69
63	62-4	02	95-T	100	543-1863	1553	113,482	336.87	21.69
64	62-4	02	45-T	50	747-1775	1552	38,239	195.55	12.60
65	62-4	02	12-T	50	923-1896	1543	54,098	232.59	15.07
83	62-4	04	7-T	66	807-1109	953	3,771	61.41	6.45
55*	62-3	06	100-T	50	558-897	798	4,463	66.81	8.37
70	62-3	06	52-T	70	574-973	786	4,928	70.20	8.93
72	62-3	06	30-T few S	60	644-1089	846	5,909	76.87	9.09
73	62-3	06	25-T 1-S	50	539-881	724	8,578	92.62	12.80
74	62-3	06	15-T few S	50	724-866	794	911	30.19	3.80
78	62-3	10	10-T	30	629-904	804	3,243	56.95	7.08
79	62-3	10	11-T	30	620-1055	811	8,402	91.66	11.30
80	62-3	10	10-T	20	738-935	826	1,854	43.06	5.22
81	62-3	10	10-T	26	802-1075	930	5,531	74.37	8.00
82	62-3	10	65-T	24	716-932	816	2,119	46.03	5.64
Mixed yellowfin—measured at sea — Atunes aleta amarilla mezclados—medidos a bordo									
30	59-4	08	2-T 3-S	21	536-638	560	528	22.97	4.10
57	62-3	02	1-T 3-S	53	479-1503	570	48,413	220.03	38.61
58	62-3	02	30-T 5-S	50	504-1551	1121	93,083	305.10	27.21
59	62-3	02	2-T 2-S	35	500-1433	878	127,200	356.65	40.61
56	62-3	06	3-T 3-S	42	411-734	600	5,784	76.05	12.68
69	62-3	06	7-T 13-S	24	484-566	519	355	18.85	3.63
71	62-3	06	8-T 8-S	33	487-804	549	8,958	94.65	17.25
75	62-3	06	30-T 2-S	52	522-813	729	8,138	90.21	12.37
Pure yellowfin—single-set market samples — Atún aleta amarilla—muestras en el mercado de lances individuales									
901	59-4	01	35-T	50	1000-1265	1162	2,645	51.43	5.14
902	59-4	01	40-T	50	578-1235	881	38,904	197.24	22.39
903	59-4	01	67-T	50	844-1284	1151	7,241	85.09	7.39

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
904	59-4	01	27-T	50	803-1314	1132	12,656	112.50	9.94
905	59-5	01	100-T	50	1015-1365	1180	4,630	68.04	5.77
906	59-5	01	55-T	50	800-1416	1150	13,811	117.52	10.22
907	59-5	01	29-T	50	699-1285	1030	28,583	169.07	16.41
908	59-5	01	48-T	50	619-1244	973	48,657	160.79	16.52
909	59-5	01	13-T	50	1007-1267	1143	4,347	65.93	5.77
910	59-5	01	20-T	50	777-1608	1173	40,818	202.03	17.22
912	59-9	01	45-T	50	509-1011	754	30,036	173.31	22.98
913	59-11	01	20-T	50	782-1034	908	3,652	60.43	6.66
914	59-4	03	50-T	50	757-1458	913	21,345	146.10	16.00
915	59-4	03	10-T	50	543-1398	1058	41,712	204.24	19.30
916	59-5	03	30-T	50	716-1008	853	3,672	60.60	7.10
917	59-1	04	96-T	50	584-773	652	1,282	35.80	5.49
918	59-1	04	78-T	50	643-801	741	1,332	36.50	4.93
919	59-11	04	35-T	50	624-1165	949	27,832	166.83	17.58
920	59-2	08	120-T	50	707-931	817	1,641	40.51	4.96
921	59-2	08	30-T	50	998-1384	1128	4,346	65.92	5.84
922	59-3	08	87-T	50	1030-1415	1161	5,977	77.31	6.66
923	59-3	08	75-T	50	956-1407	1148	7,045	83.93	7.31
924	59-4	08	55-T	50	714-1198	933	10,465	102.30	10.96
925	59-11	08	15-T	50	715-1162	818	5,508	74.22	9.07
001	60-3	01	62-T	50	789-1385	1070	12,740	112.87	10.54
002	60-3	01	74-T	50	709-1456	1147	24,498	156.52	13.65
003	60-3	01	80-T	50	917-1659	1138	17,671	132.93	11.68
005	60-4	01	58-T	50	865-1478	1066	14,151	118.96	11.16
006	60-4	01	42-T	50	647-940	792	4,916	70.11	8.85
011	60-1	03	55-T	50	671-1444	988	24,540	156.65	15.85
012	60-2	03	35-T	50	784-1362	1080	9,435	97.13	8.99
013	60-2	03	30-T	50	804-1182	959	7,335	85.64	8.93
014	60-2	03	75-T	50	685-1006	868	3,301	57.45	6.62
015	60-3	03	78-T	50	711-913	840	1,983	44.53	5.30
016	60-3	03	33-T	50	788-1243	974	12,007	109.58	11.25
017	60-3	03	50-T	50	626-974	850	2,723	52.18	6.14
018	60-4	03	120-T	50	612-1237	1007	17,491	132.25	13.14
019	60-5	03	30-T	50	974-1583	1250	15,408	124.13	9.93
020	60-8	03	22-T	50	628-1307	879	28,783	169.66	19.30

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
021	60-1	04	70-T	50	926-1306	1056	6,831	82.65	7.83
022	60-1	04	50-T	50	548-1253	1030	15,029	122.59	11.91
023	60-3	04	50-T	50	587-1054	786	8,063	89.79	11.43
024	60-5	04	25-T	50	797-1141	945	5,315	72.90	7.71
025	60-5	04	70-T	50	690-1064	863	7,660	87.52	10.14
026	60-6	04	60-T	50	566-1053	656	5,372	73.29	11.18
027	60-6	04	27-T	50	596-760	678	1,347	36.70	5.41
028	60-8	04	52-T	50	551-1311	818	42,865	207.04	25.31
029	60-11	04	73-T	50	597-772	706	1,523	39.03	5.53
030	60-11	04	60-T	50	569-909	761	4,570	67.60	8.88
031	60-12	04	50-T	50	657-1175	864	12,827	113.26	13.11
032	60-4	05	115-T	50	509-1381	988	25,175	158.67	16.06
033	60-4	05	50-T	50	845-1119	959	2,957	54.38	5.67
034	60-4	05	60-T	50	856-1249	987	6,968	83.47	8.46
035	60-4	05	60-T	50	819-1170	980	4,247	65.17	6.65
036	60-5	05	80-T	50	617-1403	1027	30,136	173.59	16.90
037	60-6	05	65-T	50	822-1414	1125	28,040	167.45	14.88
039	60-7	05	71-T	50	530-1230	750	9,235	96.10	12.81
040	60-9	05	45-T	50	776-1402	1065	20,779	144.15	13.53
041	60-9	05	65-T	50	626-1305	864	25,551	159.85	18.49
042	60-10	05	53-T	50	980-1488	1268	21,658	147.17	11.61
043	60-11	05	77-T	50	603-1414	816	23,050	151.82	18.61
044*	60-11	05	100-T	50	614-1523	884	51,881	227.77	25.77
045	60-3	08	60-T	50	535-868	758	5,201	72.12	9.51
046	60-3	08	60-T	50	536-1089	863	7,428	86.19	9.99
047	60-4	08	95-T	50	704-926	832	3,431	58.57	7.04
048	60-4	08	40-T	50	742-1115	956	3,045	55.18	5.77
049	60-4	08	72-T	50	676-1366	998	27,365	165.42	16.58
103	61-4	01	90-T	50	695-1102	857	5,090	71.34	8.32
105	61-5	01	30-T	50	472-975	779	5,011	70.79	9.09
106	61-5	01	18-T	50	534-986	771	7,391	85.97	11.15
108	61-7	01	17-T	50	517-610	567	429	20.71	3.66
110	61-9	01	85-T few S	50	488-657	555	1,358	36.85	6.63
114	61-4	02	65-T	50	744-1396	1051	13,710	117.09	11.14
115	61-4	02	30-T	55	714-1813	1186	52,588	229.32	19.33
116	61-2	03	75-T	50	905-1215	1046	3,636	60.30	5.76

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
117	61-4	03	63-T	50	832-1106	1021	2,730	52.25	5.12
118	61-4	03	90-T	50	544-1213	867	34,199	184.93	21.33
119	61-4	03	40-T	50	515-1171	794	31,000	176.07	22.19
120	61-5	03	40-T	50	605-1329	1018	29,436	171.57	16.86
121	61-12	03	20-T	50	774-1571	1322	18,801	137.12	10.38
127	61-5	03	40-T	50	670-1335	1005	22,566	150.21	14.94
122	61-1	04	47-T	50	665-1265	888	26,232	161.96	18.25
123	61-2	04	17-T	50	655-884	778	2,806	52.97	6.80
124	61-3	04	110-T	50	624-832	743	2,607	51.06	6.87
125	61-3	04	95-T	50	633-831	769	1,733	41.63	5.41
128	61-5	04	20-T	50	638-884	745	2,168	46.56	6.25
129	61-6	04	40-T	50	647-1260	808	10,684	103.36	12.79
130*	61-11	04	100-T	50	630-859	734	1,879	43.35	5.91
131*	61-11	04	140-T	50	592-841	744	2,627	51.25	6.89
132	61-11	04	65-T	50	600-831	736	2,468	49.68	6.75
133	61-11	04	58-T	50	545-832	684	5,374	73.31	10.72
134*	61-11	04	100-T	50	576-880	744	2,380	48.79	6.56
135*	61-11	04	113-T	50	555-804	704	3,305	57.49	8.17
136	61-12	04	15-T	50	574-1696	920	118,349	344.02	37.39
137	61-12	04	2-T	50	556-798	641	1,578	39.72	6.19
139	61-2	05	51-T	50	606-1548	1139	39,713	199.28	17.50
140	61-2	05	25-T	50	569-1227	810	25,530	159.78	19.73
141	61-2	05	55-T	50	937-1492	1194	14,912	122.11	10.22
142	61-5	05	35-T	50	494-1383	790	29,428	171.55	21.72
144	61-5	05	14-T	50	558-735	658	1,021	31.95	4.86
145	61-6	05	3-T	50	571-1492	1060	48,346	219.88	20.75
146	61-7	05	30-T	50	669-1627	1095	58,919	242.73	22.16
148	61-8	05	40-T	50	1303-1642	1514	5,912	76.89	5.08
150	61-9	05	55-T	50	472-691	621	3,387	58.20	9.38
151	61-9	05	53-T	50	1395-1763	1572	7,011	83.73	5.33
152	61-10	05	62-T few S	50	541-703	622	767	27.70	4.45
156	61-10	05	53-T	50	1325-1657	1514	4,878	69.84	4.61
157	61-11	05	42-T	50	631-1565	1040	83,261	288.55	27.74
158	61-11	05	60-T	50	556-1592	1065	68,324	261.39	24.54
161	61-12	05	16-T	41	1300-1703	1557	11,828	108.76	6.99
162	61-12	05	60-T	50	575-1027	1039	122,729	350.33	33.72

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
163	61-7	06	63½-T 1½-S	50	546-727	642	1,215	34.86	5.43
168	61-3	08	70-T	50	918-1083	996	1,419	37.67	3.78
169	61-4	08	11-T	50	950-1392	1081	8,668	93.10	8.61
165	61-12	09	30-T	50	950-1554	1236	8,198	90.54	7.32
167	61-12	12	44-T	50	688-1522	1149	26,481	162.73	14.16
201	62-5	01	29-T 1-S	50	577-864	713	3,474	58.94	8.27
203	62-6	01	30-T	50	544-856	668	8,124	90.13	13.49
204	62-6	01	75-T	50	556-921	705	7,170	84.68	12.01
205	62-6	01	27-T	50	559-820	690	6,786	82.38	11.94
206	62-6	01	55-T	50	515-825	616	5,399	73.48	11.93
207	62-6	01	12-T	50	456-724	543	2,523	50.23	9.25
208	62-6	01	37-T	50	529-987	647	8,462	91.99	14.22
210	62-8	01	25-T	50	478-1288	700	20,007	141.45	20.21
211	62-9	01	10-T	50	602-1273	887	12,900	113.58	12.80
213	62-10	01	24-T	50	472-1254	724	48,355	219.90	30.37
214	62-12	01	11-T	50	1038-1274	1124	1,823	42.70	3.80
215	62-12	01	70-T	50	775-1159	969	11,198	105.82	10.92
216	62-12	01	55-T	50	662-1287	896	33,674	183.50	20.48
218	62-11	02	60-T	50	611-1778	929	181,451	425.97	45.85
219	62-1	03	50-T	50	582-1234	916	15,150	123.09	13.44
220	62-2	03	45-T	50	809-1096	933	4,357	66.01	7.08
221	62-4	03	15-T	50	593-1572	887	68,530	261.78	29.51
222	62-4	03	43-T	50	805-1116	912	3,956	62.90	6.90
223	62-5	03	65-T	50	489-1575	944	27,530	165.92	17.58
224	62-5	03	26-T	50	734-1350	941	21,032	145.02	15.41
225	62-6	03	65-T	50	823-1329	1032	13,432	115.90	11.23
226	62-4	04	9-T	50	1199-1725	1416	14,918	122.14	8.63
227	62-4	04	50-T	50	701-1438	904	13,209	114.93	12.71
233	62-3	05	26-T	50	551-1262	881	20,464	143.05	16.24
235	62-4	05	100-T	50	726-1469	970	37,658	194.06	20.01
236	62-4	05	28-T	50	1217-1546	1307	6,299	79.37	6.07
237	62-4	05	48-T	50	516-672	599	737	27.14	4.53
238	62-4	05	43-T	50	527-786	638	2,834	53.24	8.34
239	62-5	05	130-T	50	785-1635	1123	53,975	232.33	20.69
240	62-5	05	58-T	50	595-1585	1044	87,142	295.20	28.28
241	62-5	05	90-T	50	575-997	791	8,102	90.01	11.38

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
243	62-8	05	97-T	50	1489-1717	1571	5,069	71.20	4.53
244	62-9	05	40-T	50	541-1407	806	50,367	224.43	27.84
247	62-11	05	82-T	50	599-881	661	2,546	50.46	7.63
267	62-5	05	55-T	50	904-1513	1139	38,219	195.50	17.16
252	62-2	06	35-T	50	653-840	756	1,390	37.28	4.93
255	62-4	06	85-T	50	707-859	784	910	30.17	3.85
256	62-5	06	25-T	50	579-1222	930	18,129	134.64	14.48
257	62-5	06	35-T	50	786-1167	906	3,211	56.67	6.25
258	62-6	06	17-T	50	534-794	604	2,712	52.08	8.62
259	62-9	06	10-T	50	516-829	679	8,148	90.27	13.29
260	62-3	08	55-T	50	733-928	862	2,337	48.34	5.61
261	62-1	09	87-T	50	725-1174	1048	8,105	90.03	8.59
262	62-1	09	20-T	50	686-1112	834	11,026	105.00	12.59
263	62-2	10	38-T	50	596-1216	743	6,126	78.27	10.53
264	62-2	10	31-T	50	557-998	789	9,120	95.50	12.10
268	62-2	12	25-T	50	1148-1726	1457	11,388	106.71	7.32
Mixed yellowfin—single-set market samples — Atún aleta amarilla mezclado—muestras en el mercado de lances individuales									
911	59-7	01	15-T 15-S	50	505-716	606	1,312	36.22	5.98
004	60-4	01	10-T 2-S	50	539-794	689	2,249	47.42	7.54
007	60-6	01	4-T 1-S	50	534-758	625	3,112	55.79	8.93
008	60-7	01	3-T 7-S	50	521-686	575	1,289	35.90	6.24
009	60-9	01	18-T 7-S	50	565-717	645	1,089	33.00	5.12
010	60-10	01	11-T 4-S	50	533-743	646	2,723	52.18	7.96
038	60-7	05	22-T 18-S	50	512-612	568	428	20.70	3.65
101	61-1	01	46-T 10-S	50	595-837	710	2,355	48.53	6.84
102	61-4	01	31-T 7-S	50	539-1037	801	9,162	95.72	11.95
104	61-4	01	95-T 10-S	50	536-1082	790	20,921	144.64	18.32
107	61-6	01	20-T 3-S	50	506-941	649	15,211	123.33	19.01
109	61-8	01	7½-T ½-S	50	592-839	708	3,283	57.30	8.09
111	61-10	01	4-T 20-S	50	447-780	584	4,081	63.88	10.93
112	61-10	01	2-T 33-S	50	463-660	551	1,252	35.38	6.42
113	61-10	01	4-T 3-S	50	493-789	560	4,063	63.74	11.37
126	61-4	03	50-T 7-S	50	489-1171	778	44,931	211.97	27.25
138	61-2	05	15-T 25-S	50	530-725	608	1,496	38.68	20.13
143	61-5	05	20-T 30-S	50	531-851	623	5,055	71.10	11.41

TABLE 2. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Tonnage of set	No. in sample	Range (mm)	Mean (mm)	Variance	Standard deviation	Coefficients of variation
No. de la muestra	Año-mes	Area de medición	Tonelaje del lance	No. en la muestra	Amplitud (mm)	Media (mm)	Variancia	Desviación estándar	Coefficientes de variación
147	61-8	05	44-T 6-S	50	568-670	607	617	24.83	4.09
149	61-9	05	90-T 10-S	50	542-685	605	584	24.16	3.99
153	61-10	05	2-T 35-S	50	488-652	585	2,015	44.89	7.68
154	61-10	05	30-T 30-S	50	484-694	642	1,693	41.15	6.41
155	61-10	05	15-T 96-S	50	479-719	610	2,727	52.22	8.56
159	61-11	05	14-T 14-S	50	570-875	661	2,504	50.04	7.57
160	61-12	05	21-T 34-S	50	584-777	658	1,052	32.43	4.93
164	61-12	07	15-T 25-S	50	630-771	712	1,007	31.73	4.46
166	61-12	10	28-T 6-S	50	632-1204	736	14,832	121.79	16.54
202	62-5	01	15-T 10-S	50	539-804	698	4,271	65.35	9.36
209	62-8	01	25-T 10-S	50	536-732	600	1,397	37.38	6.23
212	62-9	01	3-T 4½-S	51	519-981	681	17,376	131.82	19.36
217	62-6	02	15-T 18-S	50	454-1141	624	19,438	139.42	22.34
228	62-2	05	10-T 20-S	50	499-592	555	574	23.96	4.32
229	62-2	05	35-T 60-S	50	488-629	572	1,055	32.48	5.68
230	62-2	05	70-T 70-S	50	489-712	562	2,175	46.64	8.30
231	62-3	05	5-T 45-S	50	490-977	643	14,668	121.11	18.84
232	62-3	05	25-T 35-S	50	505-1435	686	28,595	169.10	24.65
234	62-3	05	15-T 90-S	50	546-778	690	3,731	61.08	8.85
242	62-6	05	21-T 78-S	50	475-625	542	799	28.27	5.22
245	62-10	05	40-T 15-S	50	589-707	635	775	27.83	4.38
246	62-10	05	45-T 3-S	50	461-709	623	1,940	44.05	7.07
248	62-11	05	40-T 10-S	50	453-684	574	4,812	69.37	12.09
249	62-1	06	20-T 43-S	50	684-725	706	108	10.41	1.47
250	62-1	06	24-T 20-S	50	632-1270	750	19,110	138.24	18.43
251	62-2	06	20-T 2-S	50	508-880	639	8,169	90.38	14.14
253	62-2	06	25-T 40-S	50	600-1337	741	8,719	93.38	12.60
254	62-2	06	13-T 13-S	50	512-895	684	10,267	101.33	14.81
265	62-12	10	2-T 38-S	50	444-700	596	3,797	61.62	10.34
266	62-12	10	5-T 20-S	50	547-754	642	1,547	39.33	6.13
269	62-3	14	58-T 117-S	50	502-860	664	10,529	102.61	15.45

* Estimate of tonnage of set in doubt — Es dudosa la estimación del tonelaje del lance

† T = yellowfin, S = skipjack — T = atún aleta amarilla, S = barrilete

TABLE 3. Between sample and within sample variance of "at sea" single set samples grouped by month and measurement area, 1959-1962**TABLA 3.** Variancia entre muestras y dentro de muestras de lances individuales "a bordo" agrupadas por mes y área de medición, 1959-1962

Area	Month & year	Type of sample	No. of samples	No. of individuals	VARIANCE		F†
					Between samples	Within samples	
Area	Mes y año	Tipo de muestra	No. de muestras	No. de individuos	VARIANCIA		F†
					Entre muestras	Dentro de las muestras	
08	March 59	Pure*	15	370	605,286	7,616	79.48**
04	Feb. 60	Pure	3	75	9,760	12,477	0.78
04	March 60	Pure	12	302	1,160,419	16,161	71.80**
05	Sept. 60	Pure	3	75	275,746	10,460	26.36**
02	March 62	Mixed*	3	138	3,932,841	84,469	46.56**
02	April 62	Pure	5	298	6,063,673	68,389	88.66**
06	March 62	Pure	5	280	102,064	4,990	20.45**
06	March 62	Mixed	4	151	349,649	6,442	54.28**
10	March 62	Pure	5	130	72,641	4,479	16.22**

† The conventional method of denoting significance is used in this and subsequent tables: * denotes significance at the 5% level, and **, significance at the 1% level.

El método convencional que indica significancia se usa en esta tabla y en las subsiguientes: * denota significancia al nivel del 5%, y **, significancia al nivel del 1%.

* Pure—puro, mixed—mezclado

TABLE 4. Between sample and within sample variance of single-set market samples grouped by month and measurement area, 1959-1962**TABLA 4.** Variancia entre muestras y dentro de muestras de lances individuales, muestras del mercado agrupadas por mes y área de medición, 1959-1962

Area	Month & year	Type of sample	No. of samples	No. of individuals	VARIANCE		F
					Between samples	Within samples	
Area	Mes y año	Tipo de muestra	No. de muestras	No. de individuos	VARIANCIA		F ^a
					Entre muestras	Dentro de las muestras	
01	April 59	Pure	4	200	902,006	15,362	58.72**
01	May 59	Pure	6	300	366,309	19,674	18.62**
01	March 60	Pure	3	151	87,386	18,299	4.78**
03	Feb. 60	Pure	3	150	567,230	6,690	84.79**
03	March 60	Pure	3	150	277,289	5,571	49.77**
05	April 60	Pure	4	200	9,169	9,837	0.93
08	April 60	Pure	3	150	373,306	11,280	33.09**
01	Oct. 61	Mixed	3	150	14,505	3,132	4.63**
03	April 61	Pure	3	150	673,780	22,643	29.76**
04	Nov. 61	Pure	6	300	30,193	3,047	9.91**
05	Feb. 61	Pure	3	150	2,157,796	26,052	82.83**
05	Oct. 61	Mixed	3	150	41,306	2,145	19.26**
01	June 62	Pure	6	300	174,869	6,411	27.28**
01	Dec. 62	Pure	3	150	682,427	15,565	43.84**
05	April 62	Pure	4	200	5,462,876	11,882	459.76**
05	May 62	Pure	4	200	1,295,756	46,860	27.65**
05	Feb. 62	Mixed	3	150	3,450	1,268	2.72
05	March 62	Mixed	3	150	34,630	15,665	2.21
06	Feb. 62	Mixed	3	150	166,839	9,052	18.43**

TABLE 5. Comparison between single-set market samples and multiple-set market samples by month and market area strata for the period 1959-1962

TABLA 5. Comparación entre las muestras del mercado provenientes de lances individuales y aquellas de lances múltiples, tomadas durante 1959-1962, por mes y estratos de área del mercado

SINGLE SET SAMPLES							MULTIPLE SET SAMPLES					
Area	Month & year	NS	N	Mean length	Variance		NS	N	Mean length	Variance		
					Total for area	Within samples				Total for area	Within samples	
MUESTRAS DE LANCES INDIVIDUALES							MUESTRAS DE LANCES MÚLTIPLES					
Area	Mes y año	NM	N	Long. media	Variancia		NM	N	Long. media	Variancia		
					Total por área	Dentro muestras				Total por área	Dentro muestras	
01	May 59	6	300	1108	25,470	19,764	7	350	1032	46,294	30,416	
01	March 60	3	151	1119	19,220	18,299	8	419	1256	37,443	26,918	
03	Feb. 60	3	150	969	14,214	6,690	5	250	902	5,514	5,508	
05	April 60	4	200	978	9,827	9,837	8	403	1012	24,104	17,455	
08	April 60	3	150	929	16,140	11,280	9	450	853	14,766	3,944	
01	April 61	3	150	816	12,444	11,725	6	301	756	34,454	14,432	
03	April 61	4	200	865	37,087	28,215	6	300	882	31,357	23,515	
04	Nov. 61	6	300	724	3,460	3,047	9	450	725	22,091	20,507	
05	Feb. 61	4	200	938	77,788	19,913	8	450	899	53,867	39,822	
05	May 61	3	150	690	16,866	11,834	6	300	764	23,681	19,205	
05	Sept. 61	3	150	933	209,408	3,660	10	500	781	113,851	52,141	
05	Oct. 61	5	250	794	132,481	2,416	11	550	650	36,447	25,670	
05	Nov. 61	3	150	922	85,040	51,363	11	550	1049	140,555	57,474	
05	Dec. 61	3	141	1054	176,891	47,380	6	300	1053	87,853	33,195	
01	June 62	6	300	645	9,228	6,411	7	350	659	9,781	5,958	
01	Dec. 62	3	150	996	24,516	15,565	5	250	997	17,184	13,857	
05	Feb. 62	3	150	563	1,297	1,268	11	550	651	23,976	13,499	
05	March 62	4	200	725	25,088	16,864	11	549	750	57,222	42,577	
05	April 62	4	200	878	94,058	11,882	11	550	947	80,067	42,656	
05	May 62	4	200	1024	65,687	46,860	9	450	838	90,320	29,767	
06	Feb. 62	4	200	705	9,538	7,136	6	300	759	24,936	12,644	
TOTAL		81	4,042				70	8,522				
POOLED ESTIMATE				867	71,469	15,814			860	76,097	27,360	
ESTIMACION POR AGRUPAMIENTO												

TABLE 6. Analysis of variance of the logarithms of the variances of length-frequency market samples from single and multiple sets

TABLA 6. Análisis de la variancia de los logaritmos de las variancias de las muestras frecuencia-longitud de los mercados, provenientes de lances múltiples e individuales

Source of variation	D.F.	Sum of squares	Mean square
Fuente de variación	G.L.	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio
Total	250	92.70884	
Type of sample—Clase de muestra	1	1.92798	1.92798
Individual samples— Muestras individuales	249	90.78086	0.36458

$$F = 1.92798/0.36458 = 5.29^*$$

TABLE 7. Comparison between "at sea" and market single set samples

TABLA 7. Comparación entre las muestras de lances individuales "a bordo" y en el mercado

"AT SEA SAMPLES" — "MUESTRAS A BORDO"

					Variance — Variancia				
					No. of individuals	No. of samples	Total	Within samples	Mean length (mm)
					No. de individuos	No. de muestras	Total	Dentro de las muestras	Longitud media (mm)
Area 03	April-May	1959	Pure*	YF	52	2	68,739	43,386	1261
Area 08	Feb.-April	1959	Pure	YF	475	18	28,586	8,013	989
Area 04	Jan.-June	1960	Pure	YF	377	15	48,936	15,428	1057
Area 05	Sept.-Oct.	1960	Pure	YF	75	3	17,629	10,460	761
Area 06	Feb.-June	1962	Pure	YF	280	5	6,382	4,990	791
Area 06	June-March	1962	Mixed†	YF	151	4	13,306	6,442	620
TOTAL					1410	47			
Estimación por agrupamiento—Pooled estimate							53,927	10,630	926

SINGLE SET MARKET SAMPLES — MUESTRAS EN EL MERCADO DE LANCES INDIVIDUALES

					Variance — Variancia				
					No. of individuals	No. of samples	Total	Within samples	Mean length (mm)
					No. de individuos	No. de muestras	Total	Dentro de las muestras	Longitud media (mm)
Area 03	April-May	1959	Pure	YF	150	3	29,356	22,243	941
Area 08	Feb.-April	1959	Pure	YF	250	5	24,906	5,895	1038
Area 04	Jan.-June	1960	Pure	YF	350	7	29,144	7,089	859
Area 05	Sept.-Oct.	1960	Pure	YF	150	3	49,628	22,663	1066
Area 06	Feb.-June	1962	Pure	YF	250	5	18,952	5,271	796
Area 06	Jan.-March	1960	Mixed	YF	250	5	10,750	9,275	704
TOTAL					1400	28			
Estimación por agrupamiento—Pooled estimate							40,837	10,234	883

* Pure YF — Atún aleta amarilla puro

† Mixed YF — Atún aleta amarilla mezclado

TABLE 8. Analysis of variance of the logarithms of length-frequency sample variances from pure and mixed species schools.

TABLA 8. Análisis de variancia de los logaritmos de las variancias de las muestras de frecuencia de longitud de cardúmenes compuestos de especies puras o mezcladas

Source of variation	D.F.	Sum of squares	Mean square
Fuente de variación	G.L.	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio
Total	275	83.29338	
Between pure and mixed species schools — Entre especies puras y mezcladas de cardúmenes	1	7.36950	7.36950
Between individual samples within school type — Entre muestras individuales dentro de la clase de cardumen	274	75.92388	0.27709

$$F = 7.36950/0.27709 = 26.60^{**}$$

TABLE 9. List of single-set samples of known school type**TABLA 9.** Lista de las muestras de lances individuales de un cardumen de tipo conocido

Sample No.	Year-month	Measurement area	Type of school	Sample No.	Year-month	Measurement area	Type of school
No. de muestras	Año-mes	Area de medición	Clase de cardumen	No. de muestras	Año-mes	Area de medición	Clase de cardumen
Pure yellowfin — at sea				159	61-11	05	porpoise
Atún aleta amarilla—a bordo				160	61-12	05	porpoise
14	59-3	08	fire ball*	164	61-12	07	breezer
15	59-3	08	fire ball	166	61-12	10	porpoise
16	59-3	08	fire ball	202	61-5	01	school fish
19	59-3	08	fire ball	209	62-8	01	breezer
31	59-4	03	porpoise	212	62-9	01	breezer
32	59-4	03	porpoise	217	62-6	02	school fish
34	60-2	04	porpoise	230	62-2	05	breezer
35	60-2	04	porpoise	231	62-3	05	breezer
36	60-3	04	porpoise	232	62-3	05	jumper
37	60-3	04	porpoise	234	62-3	05	breezer
38	60-3	04	porpoise	242	62-6	05	breezer
44	60-3	04	porpoise	246	62-10	05	breezer
46	60-3	04	porpoise	248	62-11	05	log
47	60-3	04	porpoise	249	62-1	06	breezer
48	60-3	04	porpoise	250	62-1	06	breezer
51	60-9	05	porpoise	251	62-2	06	jumper
53	60-9	05	breezer	253	62-2	06	breezer
54	60-9	05	boiler	254	62-2	06	jumper
55	62-3	06	breezer	265	62-10	10	breezer
61	62-4	02	fire ball	269	62-3	14	breezer
62	62-4	02	fire ball	Pure yellowfin—market			
63	62-4	02	finner	Atún aleta amarilla—en el mercado			
64	62-4	02	fire ball	910	59-5	01	breezer
65	62-4	02	finner	919	59-11	04	porpoise
70	62-3	06	black spot	923	59-3	08	breezer
72	62-3	06	breezer	006	60-4	01	black spot
73	62-3	06	breezer	011	60-1	03	porpoise
74	62-3	06	breezer	012	60-2	03	porpoise (spinner)
78	62-3	10	breezer	028	60-8	04	porpoise
79	62-3	10	boiler	029	60-11	04	breezer
80	62-3	10	breezer	037	60-6	05	porpoise
81	62-3	10	boiler	039	60-7	05	porpoise
82	62-3	10	breezer	042	60-10	05	porpoise
83	62-4	04	porpoise	043	60-11	05	porpoise
Mixed yellowfin—at sea				110	61-9	01	breezer
56	62-3	06	breezer	118	61-4	03	porpoise
57	62-3	02	fire ball	119	61-4	03	porpoise
58	62-3	02	fire ball	121	61-12	03	porpoise
59	62-3	02	fire ball	127	61-5	03	porpoise
69	62-3	06	breezer	123	61-2	04	porpoise
71	62-3	06	log	128	61-5	04	porpoise
75	62-3	06	breezer	129	61-6	04	porpoise
77	62-3	06	jumper	130	61-11	04	school fish
Mixed yellowfin—market				133	61-11	04	school fish
008	60-7	01	breezer	134	61-11	04	breezer
038	60-7	05	breezer	137	61-12	04	porpoise
112	61-10	01	school fish	136	61-12	04	porpoise
143	61-5	05	breezer	139	61-2	05	porpoise
147	61-8	05	jumper	140	61-2	05	porpoise
149	61-9	05	breezer	146	61-7	05	porpoise
153	61-10	05	log	151	61-9	05	porpoise
154	61-10	05	breezer	156	61-10	05	jumper
155	61-10	05	log	158	61-11	05	porpoise
				161	61-12	05	porpoise

TABLE 9. (Continued)

Sample No.	Year-month	Measurement area	Type of school	Sample No.	Year-month	Measurement area	Type of school
No. de muestras	Año-mes	Area de medición	Clase de cardumen	No. de muestras	Año-mes	Area de medición	Clase de cardumen
162	61-12	05	porpoise	227	62-4	04	porpoise
167	61-12	12	porpoise	233	62-3	05	porpoise
169	61-4	08	breezer	235	62-4	05	porpoise
201	62-5	01	black spot	236	62-4	05	porpoise
205	62-6	01	breezer	238	62-4	05	porpoise
207	62-6	01	school fish	240	62-5	05	porpoise
213	62-10	01	breezer	241	62-5	05	porpoise
214	62-12	01	jumper	243	62-8	05	breezer
215	62-12	01	breezer	244	62-9	05	porpoise
216	62-12	01	boiler	247	62-11	05	breezer
218	62-11	02	breezer	267	62-5	05	porpoise
219	62-1	03	porpoise	252	62-2	06	porpoise
220	62-2	03	porpoise	256	62-5	06	finner
221	62-4	03	porpoise	257	62-5	06	breezer
222	62-4	03	porpoise	258	62-6	06	jumper
223	62-5	03	porpoise	259	62-9	06	porpoise
224	62-5	03	porpoise	260	62-3	08	breezer
225	62-6	03	porpoise	261	62-1	09	breezer
226	62-4	04	porpoise	264	62-2	10	jumper

* Fire ball = bola luminiscente, porpoise = delfin, breezer = brisa, boiler = bullidor, finner = aletero, log = tronco, jumper = saltador, black spot = mancha oscura, porpoise (spinner) = delfin girador, school fish = cardumen de peces.

TABLE 10. Analysis of variance of the common logarithms of length-frequency sample variances from porpoise-associated schools and other schools of known type**TABLA 10.** Análisis de variancia de los logaritmos comunes de las variancias de las muestras frecuencia-longitud, de los cardúmenes asociados con delfines y otros cardúmenes de tipo conocido

Source of variation	D.F.	Sum of squares	Mean square
Fuente de variación	G.L.	Suma de los cuadrados	Cuadrado medio
Total	103	28.77738	
Between school type — Entre clase de cardúmenes	1	3.62946	3.62946
Between individual samples within school type — Entre muestras individuales dentro de las clases de cardúmenes	102	25.14792	0.24655

$$F = 3.62946/0.24655 = 14.72^{**}$$

TABLE 11. Mean weight of sample, weight of set and estimated number of fish in pure yellowfin schools, at sea samples**TABLA 11.** Peso medio de la muestra, peso del lance y cantidad estimada de peces en cardúmenes de puro atún aleta amarilla, muestras a bordo

Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish	Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish
No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces	No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces
31	129	22,000	170	42	66	20,000	303
32	70	100,000	1,429	43	16	6,000	375
9	64	150,000	2,344	44	27	104,000	3,852
10	60	96,000	1,600	45	25	16,000	640
11	59	24,000	407	46	45	26,000	578
13	58	44,000	759	47	161	6,000	37
14	63	50,000	794	48	57	24,000	421
15	26	100,000	3,846	49	72	20,000	278
16	27	100,000	3,704	50	53	10,000	189
17	30	30,000	1,000	51	32	36,000	1,125
18	35	14,000	400	54	19	110,000	5,789
19	51	40,000	784	61	37	20,000	540
21	68	24,000	353	62	52	70,000	1,346
22	71	110,000	1,549	63	189	190,000	1,005
23	75	40,000	533	64	176	90,000	511
24	25	70,000	2,800	65	177	24,000	136
26	18	100,000	5,556	83	39	14,000	359
28	34	140,000	4,118	70	22	104,000	4,727
29	38	30,000	789	72	28	60,000	2,143
33	59	56,000	949	73	18	50,000	2,778
35	55	14,000	255	74	22	30,000	1,364
36	70	124,000	1,771	78	23	20,000	870
37	64	40,000	625	79	25	20,000	880
38	70	40,000	571	80	25	20,000	800
39	60	16,000	267	81	37	20,000	540
40	69	50,000	725	82	24	130,000	5,417

TABLE 12. Mean weight of sample, weight of set and estimated number of fish in pure yellowfin schools, market samples**TABLA 12.** Peso medio de la muestra, peso del lance y cantidad estimada de peces en cardúmenes de puro atún aleta amarilla, muestras en el mercado

Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish	Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish
No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces	No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces
901	71	70,000	986	039	20	142,000	7,100
902	35	80,000	2,286	040	57	90,000	1,579
903	70	134,000	1,914	041	32	130,000	4,062
904	67	54,000	806	042	95	106,000	1,115
905	74	200,000	2,703	043	27	154,000	5,704
906	70	110,000	1,571	045	20	120,000	6,000
907	53	58,000	1,094	046	29	120,000	4,138
908	45	96,000	2,133	047	26	190,000	7,308
909	68	26,000	382	048	39	80,000	2,051
910	79	40,000	506	049	48	144,000	3,000
912	22	90,000	4,091	103	29	180,000	6,207
913	34	40,000	1,176	105	22	60,000	2,727
914	37	100,000	2,703	106	21	36,000	1,714
915	58	20,000	345	108	8	34,000	4,250
916	28	60,000	2,143	110	8	170,000	21,250
917	12	192,000	16,000	114	70	130,000	1,857
918	18	156,000	8,667	115	84	60,000	714
919	42	70,000	1,667	116	52	150,000	2,885
920	24	240,000	10,000	117	48	126,000	2,625
921	65	150,000	2,308	118	33	180,000	5,454
922	71	174,000	2,451	119	26	80,000	3,077
923	69	150,000	2,174	120	51	80,000	1,569
924	38	110,000	2,895	121	107	40,000	374
925	25	30,000	1,200	127	48	80,000	1,667
001	57	124,000	2,175	122	34	94,000	2,765
002	71	148,000	2,084	123	21	34,000	1,619
003	69	160,000	2,319	124	18	220,000	12,222
005	56	116,000	2,071	125	20	190,000	9,500
006	23	84,000	3,652	128	19	40,000	2,105
011	46	110,000	2,391	129	25	80,000	3,200
012	58	70,000	1,207	132	18	130,000	7,222
013	40	60,000	1,500	133	15	116,000	7,733
014	30	150,000	5,000	136	51	30,000	588
015	27	156,000	5,778	137	12	4,000	333
016	43	66,000	1,535	139	72	102,000	1,417
017	27	100,000	3,704	140	26	50,000	1,923
018	48	240,000	5,000	141	79	110,000	1,392
019	90	60,000	6,667	142	25	70,000	2,800
020	34	44,000	1,294	144	13	28,000	2,154
021	54	140,000	2,592	145	60	6,000	100
022	51	100,000	1,961	146	68	100,000	1,471
023	22	100,000	4,545	148	158	80,000	506
024	38	50,000	1,316	150	11	110,000	10,000
025	30	140,000	4,667	151	177	106,000	599
026	13	120,000	9,231	152	11	124,000	11,273
027	14	54,000	3,857	156	157	106,000	675
028	29	104,000	3,586	157	62	84,000	1,355
029	16	146,000	9,125	158	64	120,000	1,875
030	20	120,000	6,000	161	173	32,000	185
031	30	100,000	3,333	162	65	120,000	1,846
032	46	230,000	5,000	163	12	127,000	10,583
033	40	100,000	2,500	168	44	140,000	3,182
034	44	120,000	2,727	169	58	22,000	379
035	43	120,000	2,791	165	86	60,000	698
036	53	160,000	3,019	167	72	88,000	1,222
037	68	130,000	1,912				

TABLE 12. (Continued)

Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish	Sample No.	Mean weight (lbs)	Size of set (lbs)	Est. No. fish
No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces	No. de la muestra	Peso medio (lbs)	Tamaño del lance (lbs)	No. est. peces
201	16	58,000	3,625	235	46	200,000	4,348
203	14	60,000	4,286	236	101	56,000	554
204	16	150,000	9,375	237	10	60,000	6,000
205	15	54,000	3,600	238	12	86,000	7,167
206	11	110,000	10,000	239	72	260,000	3,611
207	7	24,000	3,428	240	64	116,000	1,812
208	13	74,000	5,692	241	23	180,000	7,826
210	17	50,000	2,941	243	176	194,000	1,102
211	33	20,000	606	244	29	80,000	2,759
213	22	48,000	2,182	247	13	164,000	12,615
214	64	22,000	344	267	72	110,000	1,528
215	42	140,000	3,333	252	19	70,000	3,684
216	36	110,000	3,056	255	22	170,000	7,727
218	62	120,000	1,935	256	38	50,000	1,316
219	36	100,000	2,778	257	34	70,000	2,059
220	37	90,000	2,432	258	10	34,000	3,400
221	40	30,000	750	259	15	20,000	1,333
222	34	86,000	2,529	260	29	110,000	3,793
223	41	130,000	3,171	261	53	174,000	3,283
224	40	52,000	1,300	262	27	40,000	1,481
225	51	130,000	2,549	263	19	76,000	4,000
226	131	18,000	137	264	23	62,000	2,696
227	35	100,000	2,857	268	142	50,000	352
233	33	52,000	1,576				

TABLE 13. Per cent of yellowfin under 28 pounds in pure species samples in order of increasing mean weight of sample**TABLA 13.** Porcentaje de atún aleta amarilla de menos de 28 libras en muestras de especies puras, con el fin de aumentar el peso medio de la muestra

Mean weight (lbs)	Number of samples	Per cent of each sample under 28 lbs
Peso medio (lbs)	Número de muestras	Porcentaje de cada muestra de menos de 28 lbs
7	1	100
8	2	100
10	2	100
11	3	100
12	4	100
13	4	100; 98; 98; 94
14	3	100
15	3	100
16	5	100; 100; 98; 98; 96
17	1	90
18	6	100; 100; 100; 98; 98; 81
19	6	100; 100; 98; 98; 96; 84
20	4	100; 98; 96; 92
21	3	96; 94; 90
22	6	98; 94; 94; 86; 64; 62
23	5	90; 87; 84; 82; 72
24	3	92; 88; 63
25	7	86; 85; 78; 73; 72; 66; 64
26	4	72; 66; 66; 62
27	5	74; 74; 64; 60; 60
28	3	63; 60; 50
29	5	68; 68; 52; 48; 34
30	4	44; 42; 40; 32
32	2	60; 52
33	3	50; 48; 24
34	6	56; 50; 32; 28; 20; 14
35	3	52; 38; 19
36	2	56; 40
37	4	67; 46; 15; 10
38	5	60; 38; 22; 14; 12
39	2	5; 2
40	4	60; 24; 12; 2
41	1	22
42	2	24; 18
43	2	12; 2
44	2	2; 0
45	2	36; 30
46	3	36; 22; 16
48	4	14; 14; 10; 2
51	5	66; 14; 2; 2; 0
52	2	28; 0
53	4	22; 12; 10; 6
54	1	0
55	1	0
56	1	0
57	3	12; 4; 4
58	5	18; 4; 4; 0; 0
59	2	0
60	3	24; 0; 0
62	2	78; 32
63	1	0
64	5	30; 28; 0; 0; 0
65	2	44; 0
66	1	0
67	1	2

TABLE 13. (Continued)

Mean weight (lbs)	Number of samples	Per cent of each sample under 28 lbs
Peso medio (lbs)	Número de muestras	Porcentaje de cada muestra de menos de 28 lbs
68	4	10; 4; 0; 0
69	3	4; 0; 0
70	6	40; 8; 4; 2; 2; 0
71	4	8; 0; 0; 0
72	5	10; 8; 4; 0; 0
74	1	0
75	1	4
79	2	8; 0
84	1	2
86	1	0
90	1	0
95	1	0
101	1	0
107	1	2
129	1	0
131	1	0
142	1	0
157	1	0
158	1	0
161	1	0
173	1	0
176	2	4; 0
177	2	0
189	1	11

VARIACIONES EN EL TAMAÑO DEL ATUN ALETA AMARILLA (*THUNNUS ALBACARES*) EN LOS LANCES INDIVIDUALES DE LOS BARCOS REDEROS

por

Thomas P. Calkins

SUMARIO

Fueron examinadas las muestras frecuencia-longitud de atún aleta amarilla, de 276 lances individuales de redes de cerco. Se presenta la evidencia de agrupación por tamaños. Los atunes aleta amarilla agrupados con barrilete, son más pequeños y más homogéneos en longitud, que los atunes aleta amarilla de cardúmenes puros. El atún aleta amarilla en cardúmenes asociados con delfines parece ser más variable en tamaño, que el atún aleta amarilla proveniente de otros tipos de cardúmenes. No se encontró relación entre el tonelaje del atún aleta amarilla en un cardumen y la longitud media de esta especie. A pesar de la tendencia a agruparse por tamaño, se juzgó, que la variación de tamaño en cardúmenes individuales, sería suficiente para complicar grandemente cualquier programa de reglamentación, dirigido a obtener el máximo del rendimiento por recluta a través del incremento del tamaño mínimo del atún aleta amarilla en la primera captura.

INTRODUCCION

La pesquería del atún tropical en el Océano Pacífico del este depende mayormente de dos especies: *Thunnus albacares* (atún aleta amarilla) y *Katsuwonus pelamis* (barrilete). La pesquería de superficie para la obtención de estas especies se extiende, aproximadamente, desde los 30°N hasta los 25°S de latitud, a lo largo de la costa del Pacífico de las Américas. Actualmente, el arte dominante es el de la red de cerco. En 1963, para aquellos viajes registrados por el sistema de anotaciones en los cuadernos de bitácora de la Comisión Interamericana del Atún Tropical, los barcos rederos pescaron el 87.6 por ciento del atún aleta amarilla y el 92.3 por ciento del barrilete. Virtualmente todo el resto de atún aleta amarilla y barrilete desembarcado, procedente de la pesquería de superficie del Pacífico oriental, fue pescado por los barcos de carnada. Los métodos empleados en las pesquerías de atún con red de cerco y carnada viva han sido descritos respectivamente por McNeely (1961) y por Godsil (1938).

Ambos métodos de pesca dependen principalmente de la localización visual de los cardúmenes superficiales de atún; por lo tanto, la naturaleza de estos cardúmenes es de alguna importancia. La evidencia de cardúmenes por agrupación de tamaño de atún aleta amarilla y barrilete, ha sido presentada por Schaefer (1948), Brock (1954), Royce y Otsu (1955) y por Broadhead y Orange (1960). El grado y estabilidad de la agrupación

por tamaños, necesita sin embargo, de una investigación más amplia. El atún aleta amarilla y el barrilete son frecuentemente capturados juntos en los lances de los barcos rederos y por los barcos de carnada en una de sus "paradas"; y la presencia de las dos especies juntas, aparentemente en el mismo cardumen, parece tener su efecto en la composición de tamaño del mismo (Orange, Schaefer y Larmie 1957, Broadhead y Orange 1960).

Un mayor conocimiento de los hábitos gregarios del atún aleta amarilla y el barrilete sería especialmente valioso en la actualidad. Las grandes pescas de atún aleta amarilla logradas en 1960 y 1961 gracias al aumento de la capacidad y eficiencia de la flota redera (Alverson 1963) han reducido la abundancia de los stocks a menos del punto correspondiente al rendimiento máximo sostenible. Contrariamente, los stocks del barrilete parece que todavía no están necesitados de protección (Schaefer 1962 1963).

Uno de los objetivos de la Comisión Interamericana del Atún Tropical es el de evaluar y recomendar medidas que tiendan a mantener los stocks de atún a un nivel que proporcione el rendimiento máximo sostenible. Un paso hacia este objetivo es tratar de conseguir el máximo de rendimiento por recluta en el stock. Hennemuth (1961a) ha demostrado en teoría que, a niveles del esfuerzo de pesca dentro de la amplitud de los que se han aparecido en años recientes, el rendimiento por recluta, en el atún aleta amarilla, podría ser elevado en un 16 por ciento al aumentar el tamaño de entrada de 7.5 libras de los peces a la pesquería a 28 libras (suponiendo que la mortalidad natural y el crecimiento son independientes de la densidad del stock). La practicabilidad de una reglamentación para aumentar el límite mínimo del tamaño del atún aleta amarilla depende, hasta cierto punto, del grado en que los peces estén agrupados por tamaños dentro de los cardúmenes sobre los cuales los barcos rederos hacen sus lances de redes.

Los objetivos del presente estudio son los de investigar los hábitos gregarios del atún aleta amarilla desde el punto de vista de la variación de tamaño de los peces en los lances individuales de las redes de cerco; examinar los factores que puedan afectar el grado y estabilidad de la agrupación por tamaños; y examinar la practicabilidad de un aumento del límite mínimo de tamaño para el atún aleta amarilla, a la luz de lo que pueda descubrirse acerca de lo expuesto anteriormente.

RECONOCIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento al personal del U. S. Bureau of Commercial Fisheries Biological Laboratory, en La Jolla, que recolectó algunas de las muestras de las frecuencias de longitud usadas en este estudio. Se debe agradecer también a los científicos de la Comisión C. J. Orange y B. D. Fink que durante los cruceros de marcación, recolectaron

muchas muestras de las frecuencias de longitud. Además deseo agradecer a E. B. Davidoff, del personal de la Comisión, quién escribió el programa de cómputo para la conversión longitud-peso usado en el presente trabajo.

ORIGEN Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Las muestras frecuencia-longitud, que forman los datos básicos, fueron tomadas de lances individuales de redes de cerco hechos por barcos atuneros comerciales durante el período 1959-1962. Hay dos orígenes de tales muestras: (1) las mediciones tomadas en el mar, a bordo de barcos atuneros comerciales; y (2) las muestras tomadas en las plantas enlatadoras de atún, de lances individuales o únicos, en el curso del programa de la Comisión de medidas en los mercados.

Las muestras de "a bordo" en la mayoría de los casos fueron tomadas durante las operaciones de los salabardos, hasta donde el tiempo y la oportunidad lo permitieron. La longitud total de cada pescado fue medida hasta el milímetro más próximo, con calibradores, según lo describen Marr y Schaefer (1949). Las muestras variaron en número de peces, desde 20 hasta 100; el promedio fue 33. La fecha y la localidad de la captura, el tamaño del lance en toneladas, la composición de especies y, en algunos casos, el tipo del cardumen (asociado con delfines, asemejando una brisa etc.) fueron anotados para cada muestra.

El programa de mediciones en los mercados, de la Comisión ha sido descrito en detalle por Hennemuth (1957). Una sola muestra de medida en el mercado está constituida por 50 peces y la unidad de muestreo es un compartimento individual para conserva en salmuera (menos comúnmente dos compartimentos) o bodega para pescado. Las bodegas muestreadas son seleccionadas por estratos de mes y área, de modo que las fechas y localidad de captura deben estar disponibles para cada muestra. Esta información es obtenida para el muestreo, de los cuadernos de bitácora del puente y del maquinista del barco. En alguna ocasión, una bodega es llenada de un lance de la red y solo por casualidad es tomada una muestra de frecuencia-longitud en la planta enlatadora de esa misma bodega. Tales muestras fueron localizadas mediante el reexamen de la información de la descarga de la bodega, rutinariamente registrada con cada muestra precedente del mercado, con el cuaderno de bitácora del puente del barco. En la mayoría de los casos, cada lance es registrado separadamente en el libro del puente, con la fecha, la hora, la localidad y el tonelaje capturado. El examen de los datos correspondientes al período 1959-1962 reveló un total de 212 muestras que, si están registradas con exactitud, provenían de redadas individuales.

El número combinado de las muestras de un solo lance, para cada estrato de mes y área de mercado, está anotado en la Tabla 1. Las 276 muestras correspondientes al período desde 1959 a 1962 representan todos

los meses del año, y todas las áreas muestreadas del mercado (Figura 1) excepto la 11 y la 13 (pero no igualmente o en cualquier año particular).

La longitud media, la variancia, la desviación estándar y el coeficiente de variación fueron computados para todas las muestras. Estas estadísticas se dan en la Tabla 2, que también presenta el año y el mes en que los peces muestreados fueron capturados, el área de la medición en los mercados en donde se pescaron, el tonelaje del lance del que se tomaron para ser muestreados, la cantidad en la muestra y la amplitud de tamaños. Los números de las muestras indicados en la primera columna fueron arbitrariamente asignados para ayudar a la identificación.

Se siguió el procedimiento descrito por Hennemuth (1961b) para graficar las frecuencias de longitud. En resumen, las medidas fueron agrupadas en intervalos de clase de 20 mm; por ejemplo, todas las medidas entre 800 y 819 fueron agrupadas en el intervalo de clase de 800 mm. Las frecuencias fueron entonces convertidas a porcentajes y suavizadas por un promedio móvil de tres intervalos de clase, colocando el doble peso en el intervalo de la clase media.

Las muestras, por razones que serán analizadas en la sección sobre "Resultados," fueron separadas en dos categorías: "puras" y "mixtas."

Los conceptos de separación siguieron los procedimientos de Broadhead y Orange (1960). Un lance fue considerado "puro" si el 95 por ciento o más del tonelaje era de atún aleta amarilla. El punto de separación del 95 por ciento fue usado en vez del 100 por ciento, porque muy a menudo, cuando un poco de barrilete es pescado con varias toneladas de atún aleta amarilla, el barrilete no se menciona en el registro de bitácora o se anota como "poco." Los lances en que el 95 por ciento o más del tonelaje era de barrilete, fue clasificado como de barrilete "puro" y no se incluyeron en el análisis.

Las pruebas estadísticas empleadas se ajustaron a los métodos de Snedecor (1956).

SUPOSICIONES Y LIMITACIONES

Uno de los objetivos del presente estudio es conocer, tanto como sea posible, acerca de la composición de tamaños del atún aleta amarilla, dentro de los cardúmenes, por las muestras de frecuencia-longitud tomadas de las capturas de lances individuales de las redes de cerco. Es, por lo tanto, necesario suponer que un lance, captura todo o una parte consistentemente representativa de un cardumen individual. Las concentraciones de atún vistas y determinadas por los pescadores de los rederos pueden no ser cardúmenes en el estricto sentido de la palabra. Breder (1959) definió un cardumen como "un grupo polarizado de peces con una separación entre sus individuos un poco mayor de la necesaria para nadar." Es

posible que dos cardúmenes estrechamente asociados puedan ser capturados en un lance de la red. Yuen (1962) sacó la conclusión, de las observaciones submarinas, que cuando el atún aleta amarilla y el barrilete son capturados juntos en una parada de un barco de carnada, las dos especies no están agrupadas aleatoriamente, sino que tienden a orientarse por especies. Sugirió que el atún aleta amarilla y el barrilete son atraídos a ocupar la misma área por el estímulo del alimento. También observó que el atún aleta amarilla tiende a permanecer debajo del barrilete entre las arremetidas a la superficie a causa de la carnada. Joseph y Barrett (1963) también observan esta tendencia entre el atún aleta amarilla y el barrilete mantenidos en el tanque de carnada de un barco atunero comercial. La relación de los cardúmenes con las capturas en lances individuales puede ser una relación compleja. Sin embargo, los peces capturados en lances individuales, ya se trate o no de un solo cardumen son con los que trabaja la pesquería y tienen importancia por sí mismos. El uso, aquí, del término "cardumen," para indicar la agrupación de atún capturado en un solo lance es, consecuentemente, tentativo y se emplea por conveniencia.

Como las muestras tomadas en el mercado, de un solo lance, fueron casi siempre obtenidas de redadas que tenían suficiente tonelaje como para llenar una bodega entera, el tonelaje promedio de estos lances es considerablemente más alto que el tonelaje promedio de la totalidad de los lances. Esto es también cierto, en menor grado, con respecto a los lances muestreados a bordo, porque los lances de menor tamaño pueden haber sido hechos demasiado rápidamente por los pescadores para permitir la medición de una muestra adecuada. Esto puede verse en la Figura 2, en la que la distribución de las toneladas obtenidas en los lances que proporcionaron las muestras de frecuencia-longitud usadas en este estudio, es comparada con la distribución de todos los lances correspondientes a 1961 (C. J. Orange, *comunicación personal*). Los lances han sido agrupados en intervalos de cinco toneladas, y se ha graficado el porcentaje acumulado en cada grupo. Los lances de atún aleta amarilla puro son comparados en el gráfico superior, y los lances de especies mixtas en el inferior. Los lances muestreados a bordo y en tierra han sido graficados separadamente en el caso de lances de atún aleta amarilla puro. Los lances muestreados a bordo no son incluidos en la comparación de lances de especies mixtas, porque solamente ocho de tales lances fueron muestreados.

RESULTADOS Y ANALISIS

Comparación de muestras de lances individuales y múltiples

Si el atún aleta amarilla se agrupa por tamaños, las variaciones en el tamaño dentro de cada cardumen tienen que ser significativamente menores que las variaciones en el tamaño entre los cardúmenes. Las muestras obtenidas "a bordo" y las tomadas de un solo lance en los mercados, fueron agrupadas en estratos de mes y área de muestreo, y el

análisis de las pruebas de variancia fue calculado para aquellos estratos que contenían por lo menos tres muestras. Broadhead y Orange (1960) han demostrado que el atún aleta amarilla de cardúmenes puros es generalmente más grande y más variable en tamaño que el atún aleta amarilla de cardúmenes de especies mixtas. En consecuencia, los cardúmenes puros y los mixtos fueron tratados separadamente. La hipótesis nula de que las longitudes de los atunes aleta amarilla en las muestras individuales obtenidas "a bordo" fueron tomadas al azar de todas las longitudes presentes en un estrato, fue rechazada al nivel de confianza del 99 por ciento en ocho de los nueve estratos (Tabla 3). El mismo procedimiento fue seguido con las muestras del mercado de un solo lance. La hipótesis nula fue descartada al nivel de confianza del 99 por ciento en 15 de 19 estratos; y en 16 de 19 estratos, al nivel del 95 por ciento (Tabla 4). Así que resulta aparente, una considerable agrupación por tamaños entre el atún capturado en lances individuales.

El atún, en las muestras de lances individuales es más afín en tamaño que el de las muestras tomadas al azar, pero así es el atún en las muestras ordinarias del mercado, que pueden incluir o no peces de más de un lance (Hennemuth 1957b, Broadhead y Orange 1960). Por esta razón es deseable comparar las muestras de los mercados, tomadas de lances individuales, con las muestras de los mercados tomadas de bodegas que fueron llenadas con más de una redada. Broadhead y Orange (1960) hicieron esta comparación entre muestras medidas "a bordo," procedentes de "paradas" individuales de barcos de carnada y muestras en los mercados procedentes del mismo tipo de barco; encontraron que el atún de las muestras tomadas "a bordo" era más parecido que el de las muestras de los mercados. En el caso presente, las muestras de los mercados que se sabía habían sido tomadas de lances individuales, fueron comparadas, en los estratos de mes y de área de muestreo en los mercados, con muestras tomadas en los mercados procedentes de bodegas que se sabía habían sido llenadas con más de una redada. Las comparaciones se limitaron a los estratos que estaban representados por lo menos con tres muestras de cada tipo. Se sumarizan los resultados en la Tabla 5 que indica, para cada estrato, el número de muestras, el número de individuos medidos, la longitud media y la variancia total y dentro de cada muestra de ambos tipos de muestras. En 14 de los 21 estratos, la variancia dentro de cada muestra, de las muestras de un solo lance, fue menor que la variancia de las muestras de redadas "múltiples." La estimación combinada de la variancia dentro de cada muestra, de las muestras de un solo lance, fue de 15,814, comparada con la de 27,360, correspondiente a las muestras de redadas múltiples.

La distribución de la variancia de los dos tipos de muestras fue examinada entonces. Como las distribuciones se inclinaron hacia los valores más altos, fue aplicada una transformación logarítmica que las volvió aproximadamente normales. Fue computado un análisis de variancia de los logaritmos de las variancias de los dos grupos de muestras

de frecuencia-longitud (Tabla 6). El cuadrado medio para cada tipo de muestra es significativamente mayor, al nivel de confianza del 95 por ciento, que el cuadrado medio entre las muestras del mismo tipo.

Las muestras de una sola redada son, entonces, más homogéneas en promedio que las muestras de los mercados procedentes de los mismos estratos, tomadas de más de un lance. La variancia menor de las muestras de una sola redada no parece ser debida a diferencias en el tamaño promedio de los peces en los dos tipos de muestras, porque ninguno de los grupos es consistentemente más grande o más pequeño, y la diferencia, en general, en el tamaño promedio, es solamente de siete milímetros.

Comparación de muestras de un solo lance, medidas a bordo con muestras de un solo lance tomadas en los mercados

Las muestras tomadas a bordo y las muestras de un lance individual obtenidas en los mercados, si se supone que ambas proceden de redadas individuales, deben tener variancias dentro de cada muestra, de magnitud similar. No puede haber duda de la autenticidad de las muestras medidas a bordo, pero debe suponerse que los encargados de llevar los cuadernos de bitácora han hecho los registros con exactitud, en el caso de muestras de una sola redada tomadas en los mercados. La variancia total, la variancia dentro de las muestras y la longitud media en los dos tipos de muestras de redadas individuales han sido comparadas en la Tabla 7. No fue posible hacer la comparación por estratos de períodos de un solo mes, debido a la distribución temporal desigual de las muestras, de modo que las comparaciones fueron hechas por estratos de áreas de mercados y períodos de tiempo que varían de dos a seis meses. Las variancias dentro de las muestras difieren considerablemente entre los dos grupos de muestras en cinco de los seis estratos, pero no hay una tendencia constante para que la variancia de cualquiera de los grupos, sea más alta. Las estimaciones combinadas de la variancia dentro de la muestra correspondientes a los dos grupos son notablemente cercanas: 10,630 para las muestras tomadas a bordo y 10,234 para las muestras tomadas en los mercados. Como parecía, por estos datos, que no había indicación de inexactitud en lo que respecta a las muestras de los mercados, éstas fueron combinadas con las muestras tomadas a bordo en los análisis consecutivos.

Variación en las distribuciones de frecuencia-longitud en lances individuales

Las distribuciones frecuencia-longitud de las muestras tomadas de lances individuales con red de cerco, difieren mucho entre una y otra, no solamente en amplitud, media y variancia (Tabla 2), sino también en la forma de su distribución (Figura 3). En esta figura se indican los porcentajes suavizados de las distribuciones de frecuencia-longitud de las muestras de un solo lance tomadas en los mercados correspondientes a 1961, un grupo típico. El número en la esquina superior derecha de cada recuadro es el asignado a cada muestra; éstas se consignan en la Tabla 2

para facilitar su identificación. Las muestras han sido ordenadas siguiendo la longitud media ascendente de los peces.

La forma de las distribuciones varía desde las casi normales (números 110, 108, 152, 163, 144, 131, 123, 116 etc.) hasta las multimodales o no modales (números 119, 140, 118, 122, 136, 157 etc.). La mayoría de las distribuciones tienen un tamaño modal dominante, y en muchos casos uno o más tamaños modales secundarios. Con muestras de solamente 50 pescados, la clasificación de las distribuciones como unimodal o bimodal etc., y la identificación de estos tamaños modales con los grupos de edad, no es factible. Hennemuth (1961b), en su estudio sobre la edad y el crecimiento del atún aleta amarilla, excluyó de su análisis los estratos mes-área que contenían solo una muestra a causa de la variación más bien grande que podría esperarse de las muestras individuales. Sin embargo, las distancias que separan algunos de los tamaños modales en las distribuciones, y que pueden apreciarse en la Figura 3, sugieren que más de un grupo de edad de atún aleta amarilla es pescado a veces en la misma redada.

Comparación de la composición de tamaños de las muestras de atún aleta amarilla de lances de especies puras y mixtas

Broadhead y Orange (1960), al trabajar principalmente con muestras de un solo cardumen, medidas a bordo y tomadas de las pescas de los barcos de carnada, demostraron que los atunes aleta amarilla de cardúmenes puros eran generalmente mayores en tamaño y exhibían una variación más grande en las muestras que los atunes aleta amarilla de cardúmenes mezclados con barriletes. Las muestras de lances individuales con red de cerco, presentadas aquí fueron similarmente comparadas con resultados análogos a los obtenidos por Broadhead y Orange. Hay 219 muestras de redadas de atún aleta amarilla puro, con un total de 9,915 mediciones individuales, y 57 muestras de lances de atún aleta amarilla y barrilete mezclado, con 2,761 mediciones individuales. La diferencia en la composición de tamaños, de los dos grupos, es muy evidente (Figura 4). El mayor tamaño modal del atún aleta amarilla de cardúmenes mezclados es de 600 mm, mientras que el del atún aleta amarilla de cardúmenes puros es de 780 mm. También la amplitud de tamaño de la distribución de los cardúmenes puros es mayor y su distribución se desprende mucho más gradualmente del modo principal.

Las variancias de las muestras de cardúmenes puros son también mayores de lo que son las variancias de las muestras de cardúmenes mixtos. Para probar la significación de esto, se siguieron los procedimientos empleados por Broadhead y Orange (1960). Una transformación logarítmica aplicada a las variancias de los dos grupos de muestras de frecuencia-longitud, hicieron aproximadamente normales las distribuciones. La comparación de las distribuciones de los logaritmos de las variancias de las

muestras de cardúmenes puros y mixtos (Figura 5) muestra que las variancias de las muestras de cardúmenes puros son considerablemente mayores que las de las muestras de cardúmenes mixtos. Se computó un análisis de variancia de los logaritmos de las variancias de los dos tipos de muestras (Tabla 8); el cuadrado medio entre los tipos de muestras al nivel de confianza del 99 por ciento, es significativamente más grande que el cuadrado medio entre las muestras del mismo tipo.

El atún aleta amarilla de cardúmenes de especies puras es de mayor tamaño, en promedio, que el atún aleta amarilla de cardúmenes de especies mixtas, de modo que la mayor variación en tamaño en las muestras de cardúmenes puros podría ser debida simplemente al tamaño más grande de los individuos. Para examinar esta posibilidad, fueron graficados los porcentajes de la frecuencia de los coeficientes de variación de los cardúmenes puros y mezclados (Figura 6). Los coeficientes de variación de las muestras de especies puras dieron un promedio ligeramente mayor que el resultante de las muestras de especies mezcladas, pero las distribuciones son muy similares; los modos de las dos distribuciones están en el mismo punto, y las amplitudes son casi idénticas. Así que las mayores variancias de las muestras de lances puros, no se deben enteramente al mayor tamaño promedio de los peces en estas muestras.

Es conocida, para la mayoría de los cardúmenes mixtos, muestreados, la proporción, por peso, de cada especie (Tabla 2). Para determinar si la proporción de las dos especies en el cardumen está relacionada con la longitud media o con la variancia de las longitudes del atún aleta amarilla, el porcentaje de esta especie en cada una de las redadas mixtas fue graficado contra su longitud media (Figura 7, recuadro superior). (Se consideraron como mixtas, para esta comparación, todas las muestras de lances que contenían algún barrilete). La dispersión de los puntos omitió la indicación de alguna relación. Tampoco cuando el porcentaje de atún aleta amarilla en el lance es graficado contra el logaritmo de la variancia de la muestra (Figura 7, recuadro inferior), hay aparente relación entre las dos variables. El hecho de que haya una mezcla de las dos especies en el mismo "cardumen," en vez de la proporción, parece ser el factor que determina la diferencia en la composición de tamaños.

Comparación de la composición de tamaños de las muestras de cardúmenes asociados con delfines, con otros cardúmenes de tipo conocido

El tipo de cardumen comprendido en cada lance es anotado a menudo en los cuadernos de bitácora de los barcos. Muchos cardúmenes de atún son clasificados por su apariencia o por el volumen de turbulencia que causan en la superficie. Algunos términos comúnmente usados son "mancha oscura," "aleteros," "brisa," "bullidor" y "saltador." Los cardúmenes avistados en la noche por bioluminiscencia son conocidos como "bolas luminiscentes." El atún aleta amarilla es encontrado a menudo mezclado

con delfines moteados o giradores (*Stenella* sp.), especialmente en el área a lo largo de la costa mexicana, entre los 15° y los 20°N. De 276 muestras de un solo lance, 143 fueron identificadas por tipos de cardumen (Tabla 9); de esta cantidad, 104 eran de lances de atún aleta amarilla puro y 39 de redadas de especies mixtas. Sesenta de estas muestras eran de cardúmenes asociados con delfines—por cierto que del tipo individual más grande. Por esto, y porque los cardúmenes asociados con delfines son de un tipo más diferente, la composición de tamaño de las muestras de cardúmenes así asociados fue comparada con la de muestras de otros cardúmenes de tipo conocido. De las 39 muestras de lances de especies mixtas, indicadas en la Tabla 9, solamente tres eran de cardúmenes asociados con delfines. Fue necesario, por lo tanto, eliminar de la comparación las muestras de especies mixtas, por la diferencia en la composición de tamaños entre las muestras de especies puras y las de especies mixtas. Esto deja 57 muestras de cardúmenes asociados con delfines y 47 muestras de otros cardúmenes de tipo conocido.

Los porcentajes suavizados de las frecuencias de longitud de las mediciones individuales combinadas, de las dos categorías de cardúmenes aparecen en el recuadro superior de la Figura 8. Las dos distribuciones no son muy diferentes, excepto que un porcentaje más alto de las medidas de los cardúmenes sin delfines, cae en el primero y mayor tamaño modal, que tiene su máximo a los 780 mm. En el recuadro inferior de la Figura 8 han sido graficados los porcentajes de las frecuencias de los logaritmos de las variancias de las muestras de frecuencia-longitud correspondientes a las dos categorías de cardúmenes. Es aparente que las variancias de las muestras tomadas de cardúmenes asociados con delfines, son mayores, en promedio, que las variancias de las muestras tomadas de otros tipos de cardúmenes. La amplitud de las variancias de las muestras de cardúmenes sin delfines, es sin embargo, mayor que la de las muestras de cardúmenes asociados con delfines. Un análisis de variancia de los logaritmos de las variancias (Tabla 10) indica una diferencia significativa entre los cardúmenes con delfines y sin delfines. No obstante, las distribuciones de las variancias de las muestras sin delfines, aun después de la transformación logarítmica, se desvían substancialmente de la normalidad; de modo que los resultados del análisis de variancia, a pesar del alto nivel de significación (99 por ciento), no prueban conclusivamente que la variancia de las muestras de cardúmenes asociados con delfines es significativamente más alta. Sin embargo, el gráfico en el recuadro inferior de la Figura 8 hace pensar que éste es el caso.

Tamaño de los lances y tamaño de los peces

Hay 210 muestras de lances individuales de atún aleta amarilla puro, de las que se anotó el tonelaje total del "cardumen." Con respecto a tales muestras, se pudo investigar la posible relación entre el tonelaje de los peces en el lance y sus tamaños. Las muestras de los lances de cuyo

tonelaje exacto no se tomó nota, o cuando los registros en los cuadernos de bitácora indicaron que parte del cardumen escapó o no fue traído a bordo del barco, no fueron incluidas en este análisis.

La Figura 9 muestra los tamaños de los lances, en toneladas, graficados contra la longitud media de los peces. La dispersión de los puntos no indica relación entre las dos variables. Un gráfico del tamaño de los lances contra las variancias de las muestras de frecuencia-longitud, nuevamente no exhibió una aparente relación (no se muestra la Figura).

Brock (1962) presentó la evidencia valiéndose de los resultados de capturas de atún aleta amarilla con palangre que indicaban que, conforme el tamaño de los peces aumenta, el tamaño de los cardúmenes, en número de peces, disminuye. Las capturas, en la pesquería con red de cerco, en el Pacífico oriental, son registradas en toneladas cortas, y la longitud total se usa como medida del tamaño. Para obtener una estimación de la cantidad de peces en los lances muestreados, las frecuencias de longitud fueron convertidas a frecuencias de peso, se computó el peso medio, y las libras de atún en cada lance fueron divididas por el peso medio de la muestra. Las conversiones de longitud a peso fueron obtenidas por la fórmula: $\log_{10}Y = 3.020 \log_{10}X - 7.410$ o $Y = (3.894 \times 10^{-8})X^{3.020}$ (Chatwin 1959), en la que X es la longitud en milímetros e Y es el peso en libras. El peso medio calculado del atún aleta amarilla objeto del muestreo, el peso del atún aleta amarilla capturado por lance, en libras, y el número estimado de peces por lance, correspondiente a las 210 muestras, se ofrece en las Tablas 11 y 12.

Las estimaciones del número de peces por redada oscilan de 37 a 21,250, con un valor medio de 2,951. La distribución de los tamaños estimados del cardumen aparece en la Figura 10. Como la distribución de tamaños de los lances, en toneladas (Figura 2), está desviada fuertemente hacia la derecha. Esta distribución no se presenta como típica de la distribución de las cantidades de peces por cardumen en el Pacífico oriental, sino solamente para dar a conocer las estimaciones obtenidas con las datos a mano.

La comparación del valor medio de las muestras frecuencia-longitud con las estimaciones obtenidas por cantidad de atunes aleta amarilla en el lance o "cardumen," indica que, en promedio, los peces de más tamaño se presentan en los cardúmenes más pequeños. La Figura 11, con las estimaciones de las cantidades de peces por cardumen, graficadas contra la longitud media del atún aleta amarilla de cada muestra, demuestra que puede existir una relación negativa curvilínea entre las dos cantidades. Cuando son empleados los logaritmos comunes de ambas variables, la relación viene a ser lineal, con un coeficiente de correlación significativo al nivel del 99 por ciento. La significación de esta correlación puede no ser debida a la correlación del peso medio (\bar{W}) y la cantidad de peces (N), porque N es realmente T/\bar{W} (en donde T es el tonelaje del lance). Las

correlaciones de este tipo, cuando X es comparada con Y/X , tienden a ser significativamente negativas, porque los altos valores de X tienden a rendir pequeños valores de Y/X . Por consiguiente, una línea ajustada a los puntos de la Figura 11 sería de sentido dudoso. Sin una estimación independiente del número de peces en los cardúmenes, no es posible una estimación matemática de la relación entre el tamaño de los peces y el número por cardumen.

Composición de tamaños del atún aleta amarilla en los lances y el límite del tamaño mínimo

Hennemuth (1961a) ha demostrado que con el actual límite de tamaño mínimo de 7.5 libras aplicado al atún aleta amarilla desembarcado en California, los peces llegan a ser plenamente disponibles a la pesquería a los 1.5 años. Usando las estimaciones más probables para los coeficientes de la pesca y la mortalidad natural, y suponiendo un crecimiento independiente de la densidad y la mortalidad natural, Hennemuth demostró que el rendimiento por recluta a esta edad de la entrada a la pesca es aproximadamente de 16.7 libras. El máximo rendimiento por recluta, a un nivel de esfuerzo de pesca cerca al que prevalece al presente, se estimó que es aproximadamente de 19 libras. Este rendimiento podría ser alcanzado al demorar la entrada de los atunes aleta amarilla en la pesquería por aproximadamente seis meses; a ese tiempo tendrían algo menos de dos años de edad y pesarían unas 28 libras (de 85 a 86 cm de largo). El rendimiento por recluta podría ser aumentado en un 16 por ciento, sin ningún cambio en el volumen del esfuerzo de pesca, y si se supone que el reclutamiento es independiente de la densidad del stock, el resultado sería un aumento similar al producido en la pesquería. Sin embargo, si los datos de la composición de tamaños de las capturas por lance, presentados aquí son típicos de la pesquería de los rederos considerada en su totalidad, una reglamentación para establecer un tamaño mínimo de 28 libras presentaría algunos problemas.

Para investigar el efecto de un límite de tamaño de 28 libras, el porcentaje de peces con un peso menor de 28 libras en cada muestra de un solo lance fue computado según la longitud convertida a distribuciones de peso. De 57 muestras de lances de atún aleta amarilla y barrilete mezclados, todos los atunes aleta amarilla pesaban menos de 28 libras en 39 de dichas muestras. En 48 muestras, el 90 por ciento o más de los atunes aleta amarilla pesaban menos de 28 libras; y en 52 muestras, el 80 por ciento o más no llegaban a las 28 libras. Solamente una muestra tenía menos del 50 por ciento de atunes aleta amarilla que no alcanzaban las 28 libras. Esto indica que si un límite de 28 libras se pusiera en vigencia, la flota pesquera tendría que evitar los cardúmenes de especies mixtas. Si la parte de atún aleta amarilla de estos cardúmenes se dejara escapar, la

parte de barrilete escaparía también, por supuesto. El atún aleta amarilla vendría a ser disponible a la pesquería más tarde, después de alcanzar las 28 libras, pero esto no puede decirse con ninguna certeza del barrilete, porque los peces de esta especie, en cardúmenes mezclados, son algo más grandes que el promedio correspondiente a la captura en su totalidad (Broadhead y Orange 1960). Si esos barriletes se dejaran escapar, sería desventajoso para la pesquería, ya que la evidencia con que se cuenta al presente, indica que los stocks de barrilete están subexplotados por la pesca (Comisión Interamericana del Atún Tropical 1964).

Las muestras de lances de atún aleta amarilla puro, fueron examinadas también con respecto al límite de tamaño de 28 libras. El porcentaje de peces menores de 28 libras en cada una de estas muestras, los pesos medios a la libra más próxima (colocados en orden ascendente), el número de muestras para cada peso medio, y el porcentaje de cada muestra que estaba por debajo de las 28 libras se indican en la Tabla 13. Hasta un peso medio de 12 libras, todos los atunes aleta amarilla en las muestras estaban por debajo de 28 libras; en las muestras con pesos medios de 84 libras y más, virtualmente no había atunes aleta amarilla de menos de 28 libras. Hasta un peso medio de 21 libras, por lo menos el 90 por ciento de todas las muestras estaba compuesto de atunes aleta amarilla por debajo de 28 libras. En un peso medio sobre 21 libras, el porcentaje de atunes aleta amarilla sobre 28 libras, en cada muestra, aumentó irregularmente. Con pesos medios en las muestras sobre 70 libras, solamente una de 31 muestras tenía tanto como un diez por ciento de atunes aleta amarilla por debajo de 28 libras. Para proteger los atunes aleta amarilla de menos de 28 libras, tendrían que ser evitados los cardúmenes en los que el promedio de los peces fuese considerablemente mayor de 28 libras.

La tendencia de la relación entre el peso medio de la muestra y el porcentaje de peces que en la muestra tienen menos de 28 libras, ha sido ilustrada en la Figura 12. Los pesos medios han sido agrupados en intervalos de cinco libras en el orden de 5-9, 10-14 etc.; las muestras en el intervalo de 5 a 9 libras han sido graficadas en el punto correspondiente a 5 libras, en el gráfico. En cada intervalo, el porcentaje promedio por debajo de 28 libras es indicado por un punto, y la amplitud de los porcentajes está representada por una línea vertical. La tendencia de los puntos indica que, en promedio, para evitar la captura de más del 15 por ciento de atún aleta amarilla de menos de 28 libras, los rederos tendrían que evitar cardúmenes en que el peso medio del atún aleta amarilla fuese menor de 50 libras, suponiendo que los pescadores están en capacidad de juzgar el peso medio de los peces en un cardumen, antes de lanzar la red.

Debe señalarse que solo se dispone de datos insuficientes para examinar esta relación sobre las bases de tiempo y área, de modo que los resultados pueden no reflejar las condiciones prevalecientes en una área determinada durante un mes o estación particular.

RESUMEN

Los datos básicos para el presente estudio fueron 216 muestras de frecuencia-longitud de atunes aleta amarilla de lances individuales hechos con red de cerco, obtenidas durante los años del período 1959-1962. Tentativamente se supuso que los rederos lanzan sus redes sobre cardúmenes individuales, y que los peces capturados son representativos de los peces del cardumen. Una limitación de los datos es la de que los lances de un tonelaje mayor que el promedio están superrepresentados en las muestras.

La variancia, dentro del cardumen, de la longitud de los peces de las muestras de lances individuales, fue significativamente menor que la variancia entre cardúmenes, en la gran mayoría de los estratos tiempo-área, lo que indica que las muestras individuales no fueron tomadas al azar, de una población homogénea. En 14 de 21 estratos tiempo-área, los atunes aleta amarilla de muestras de lances individuales eran más parejos en tamaño que los atunes aleta amarilla en muestras compuestas de peces procedentes de más de una redada. No fueron encontradas diferencias significativas en la variabilidad de la longitud entre las muestras de lances individuales obtenidas a bordo y las tomadas en el programa de mediciones en los mercados. Es, pues, aparente que los atunes aleta amarilla capturados en lances individuales estaban agrupados por tamaños, y que esta agrupación fue más pronunciada que la de todos los atunes en los estratos de mes y área de medición en los mercados. Suponiendo que cada lance captura un cardumen individual, o una porción constante representativa del mismo, estos comentarios son aplicables tanto a los cardúmenes como a los lances.

La tendencia de agrupación por tamaño parece ser más fuerte que la tendencia a agruparse por especies. El atún aleta amarilla y el barrilete son capturados a menudo en un mismo lance, y los atunes aleta amarilla son en promedio, más pequeños y más homogéneos en tamaño que los atunes aleta amarilla de lances puros de esta misma especie.

El atún aleta amarilla en cardúmenes asociados con delfines parecía ser algo menos homogéneo en tamaño que el de otros tipos de cardúmenes.

No se encontró relación entre el tonelaje de atún aleta amarilla obtenido en un lance y el tamaño promedio o la variación de tamaños del atún aleta amarilla capturado en el lance.

Parecía existir una relación negativa curvilínea entre el tamaño promedio de los peces en un lance y la cantidad de peces en el lance, pero esto podría haber sido afectado, hasta cierto grado desconocido, por el método empleado para estimar el número de peces por lance.

El rendimiento por recluta correspondiente al atún aleta amarilla podría ser elevado en un 16 por ciento con el aumento del límite del tamaño mínimo, de 7.5 a 28 libras (Hennemuth 1961a). Sin embargo, si los datos

de la composición de tamaños correspondientes a los lances individuales, usados en el presente estudio, son típicos de la población entera de lances hechos por la pesquería, la variación de tamaños en los lances es lo suficientemente grande como para complicar considerablemente un programa de reglamentación dirigido a obtener un máximo de rendimiento por recluta. Los cardúmenes mezclados de atún aleta amarilla y barrilete no podrían ser explotados, y los de atún aleta amarilla puro, en los que el peso medio de los individuos fuese considerablemente mayor de 28 libras, tendrían que ser pasados por alto con el fin de proteger los atunes de esa especie menores de 28 libras.

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alverson, F. G. 1963. Distribution of fishing effort and resulting tuna catches from the eastern tropical Pacific Ocean, by quarters of the year, 1959-1962 [in English and Spanish]. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 8(6):317-379.
- Breder, C. M. 1959. Studies on social grouping in fishes. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.* 117(6):393-482.
- Broadhead, G. C. and C. J. Orange. 1960. Species and size relationships within schools of yellowfin and skipjack tuna, as indicated by catches in the eastern tropical Pacific Ocean [in English and Spanish]. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 4(7):447-492.
- Brock, V. E. 1954. Some aspects of the biology of the aku, *Katsuwonus pelamis*, in the Hawaiian Islands. *Pac. Sci.*, 8(1):94-104.
- . 1962. On the nature of selective fishing action of longline gear. *Ibid.*, 16(1):3-14.
- Chatwin, B. M. 1959. The relationship between length and weight of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from the eastern tropical Pacific Ocean [in English and Spanish]. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 3(7):304-352.
- Godsil, H. C. 1938. The high seas tuna fishery of California. *Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. No. 51*, 41 p.
- Hennemuth, R. C. 1957. An analysis of methods of sampling to determine the size composition of commercial landings of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) [in English and Spanish]. *Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull.*, 2(5):171-243.
- . 1961a. Year class abundance, mortality and yield-per-recruit of yellowfin tuna in the eastern Pacific Ocean, 1954-1959 [in English and Spanish]. *Ibid.*, 6(1):1-51.
- . 1961b. Size and year class composition of catch, age and growth of yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean for the years 1954-1958 [in English and Spanish]. *Ibid.*, 5(1):1-112.
- Inter-American Tropical Tuna Commission. 1964. Report on the Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1963 [in English and Spanish]. La Jolla, California, 89 p.

- Joseph, J., and I. Barrett. 1963. The schooling behavior of Pacific yellowfin and skipjack tuna held in a bait well. Calif. Fish and Game, 49(1):55.
- Marr, J. C. and M. B. Schaefer. 1949. Definition of body dimensions used in describing tunas. U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., 51(47):241-244.
- McNeely, R. L. 1961. Purse seine revolution in tuna fishing. Pacific Fisherman, 59(7):27-58.
- Orange, C. J., M. B. Schaefer, and F. M. Larmie. 1957. Schooling habits of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) in the eastern Pacific Ocean as indicated by purse-seine catch records, 1946-1955 [in English and Spanish]. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., 2(3):81-126.
- Royce, W. F., and T. Otsu. 1955. Observations of skipjack schools in Hawaiian waters, 1953. U. S. Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rep.-Fish. No. 147, 31 p.
- Schaefer, M. B. 1948. Size composition of catches of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) from Central America, and their significance in the determination of growth, age, and schooling habits. U. S. Fish and Wildlife Serv., Fish. Bull., 51(44):197-200.
- _____. 1962. Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1961, p. 44-171 [in English and Spanish]. In Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Annual Report for 1961, La Jolla, California.
- _____. 1963. Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1962, p. 35-149 [in English and Spanish]. In *ibid.*, Annual Rep. for 1962, La Jolla, California.
- Snedecor, G. W. 1956. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Fifth edition. The Iowa State College Press, Ames, Iowa. 534 p.
- Yuen, H. S. H. 1963. Schooling behavior within aggregations composed of yellowfin and skipjack tuna. Proc. World Sci. Meet. Biol. Tuna and Rel. Spec. FAO Fish. Rep., 6(3):1419-1429.