

A. WILD

INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin – Boletín

Vol. III, No. 6

**MORPHOMETRIC COMPARISON OF SKIPJACK FROM THE
CENTRAL AND EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN**

**COMPARACION MORFOMETRICA ENTRE EL BARRILETE DEL
PACIFICO CENTRAL Y EL DEL PACIFICO
ORIENTAL TROPICAL**

by — por

RICHARD C. HENNEMUTH

La Jolla, California

1959

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLÉS

	Page
INTRODUCTION	241
ACKNOWLEDGEMENTS	241
DESCRIPTION OF SAMPLING AREAS	241
METHODS OF ANALYSIS	242
DATA USED	243
Selection of characters	243
Problems of sampling	244
Methods of sampling	245
Sources of variation within samples	246
Sources of variation among samples	246
Measurement differences among observers	247
1. Experimental data	247
2. Sample data	248
Effects of freezing	248
Variation among years	250
INTRA-REGIONAL COMPARISONS	251
Region I	251
Region II	254
INTER-REGIONAL COMPARISONS	254
DISCUSSION	255

FIGURES — FIGURAS	256
-------------------------	-----

TABLES — TABLAS	261
-----------------------	-----

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION	286
AGRADECIMIENTOS	286
DESCRIPCION DE LAS AREAS DE MUESTREO	287
METODOS DE ANALYSIS	287
DATOS EMPLEADOS	288
Selección de caracteres	288
Problemas del muestreo	290
Método de muestreo	290
Orígenes de las variaciones dentro de las muestras	291
Orígenes de las variaciones entre muestras	292
Diferencias entre las medidas tomadas por varios observadores	292
1. Datos experimentales	293
2. Datos de las muestras	294
Efectos de la congelación	294
Variación entre años	297
COMPARACIONES INTRA-REGIONALES	298
Región I	298
Región II	301
COMPARACIONES INTER-REGIONALES	301
DISCUSION	302

LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA	303
--	-----

MORPHOMETRIC COMPARISON OF SKIPJACK FROM THE CENTRAL AND EASTERN TROPICAL PACIFIC OCEAN

by

Richard C. Hennemuth

INTRODUCTION

One of the important problems in the current investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission is the determination of the racial affinities of the stocks of yellowfin and skipjack inhabiting the Eastern Tropical Pacific fishing region. The nature of the problem is two-fold. Primary concern is elucidation of the *inter*-regional relationship of stocks *between* the Eastern Tropical Pacific fishing region and those further to the westward. Hardly less important, however, is the *intra*-regional relationship of stocks *within* the regions, particularly the Eastern Pacific region. This latter relationship must be at least partially understood in order properly to approach investigation of the former.

Knowledge of racial structure is important to many phases of our research. Both collection and interpretation of data concerning equilibrium yield, biology and ecology would be more precise if related to the natural biological units, or populations, of which the stock is composed. Management measures, when necessary for proper utilization of stocks, will also be more efficient if applied to individual populations.

The present report is an investigation of the population structure of the stocks of skipjack inhabiting the Eastern Tropical Pacific fishing region, and of their relationship to the stocks of other fishing areas in the Central Pacific. The study is based on analysis of samples of morphometrical data collected from several areas within the Eastern Pacific region, and from the Hawaiian and Society-Marquesas Island fishing areas of the Central Pacific.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author expresses his sincere appreciation to the masters, owners, and crew members of the fishing vessels from which sampling was accomplished for their fine cooperation. Acknowledgement is also given to those individuals (listed in Table 4) who collected many of the data.

DESCRIPTION OF SAMPLING AREAS

The Eastern Pacific fishing region extends latitudinally from Baja California (approximately 28°N) south to Peru (approximately 10°S), encompassing waters up to several hundred miles offshore, and the offshore islands of the Revilla Gigedos, Galapagos, Clipperton, Cocos, and Malpelo (Shimada, 1958).

Fishing regions further to the westward are less definitely circumscribed. A rather intensive fishery for skipjack is associated with the Hawaiian Islands. A few commercial ventures, some local subsistence fishing, and exploratory tuna fishing have been conducted in the vicinity of the Society and Marquesas Islands. These areas have been used to represent the Central Pacific fishing region, because they represent major existing or potential fishing areas nearest the Eastern Pacific region, and because of the availability of morphometrical data from them.

The delineating factor identifying the fishing regions is the discontinuity in the geographical distribution of catch, there being approximately a 3,000 mile stretch of water between the Eastern and Central Pacific regions in which few or no skipjack are caught. Experimental fishing and school sightings have noted the presence of skipjack between the regions within the latitudes of 10°S to 10°N (Shomura and Murphy, 1955; Murphy and Shomura, 1955; Murphy and Ikehara, 1955; Austin, 1957; King and Doty, 1957; Iversen and Yoshida, 1956). A Japanese long-line fishery has extended to about 130°W between 5°N and 10°N, and has produced a few skipjack in the catch (Iversen and Yoshida, 1956 and 1957, summarizing published Japanese data). These waters remain relatively unexplored, however.

Within the Eastern Pacific region, there is also some geographical localization of catch, certain areas being rather well defined by relatively high catches per unit area. These areas of concentrated catch have been previously defined for purposes of sampling the catch and are utilized herein (Hennemuth, 1957). The geographical distribution of the annual catches illustrating this characteristic are given by Shimada (1958).

For convenience, the regions have been identified by Roman numerals, the Eastern Tropical Pacific fishing region being called Region I. The areas within fishing regions from which samples were collected have been identified by capital letters (see Figure 1).

METHODS OF ANALYSIS

Most of the comparisons are made by standard analyses of covariance, and notation follows, in general, that of Snedecor (1956). Departures from standard notation are clarified, where necessary, in the text. Significance of all tests has been judged at the five per cent probability level (for Type I error), and is noted by an asterisk in all tables.

Linear regressions were employed in relating the total length (independent variable, X) to the various body and fin lengths (dependent variables, Y). Scatter diagrams of the measurements of each sample, after being fitted with the line $\hat{Y} = a + bX$, were inspected to check for departures from linearity; none being observed in any case. To verify the observed linearity, tests of significance were performed for the Hawaiian

samples, which have the greatest size range. These tests (Table 3, procedure outlined in Ostle, 1954, p. 154) indicate that the regression function is actually of the form specified.

Since the numbers of fish per sample vary rather widely, the probabilities associated with the analyses cannot be considered precise. In addition, mean square deviations from regressions appear to vary significantly among samples in some cases. No attempt has been made to correct the comparisons for either of these discrepancies, however, as it is not believed that the results would be appreciably altered by doing so.

In the several cases where the F-ratio fell below unity, the mean squares were inverted and the resulting inverse F-ratio checked for significance. In most cases the two F-ratios were compatible.

DATA USED

Selection of characters

A large array of morphometric characters may be measured from an individual fish. In order to expedite the collection and analysis of data, however, it is desirable to limit collection to the best few of the many possible characters. Selection of the "best" characters is somewhat tenuous as there are no definite criteria upon which judgement can be based. Marr and Schaefer (1949) suggest that the characters should be selected "(1) with a view to choosing those that would be likely to show possible differences, (2) because of facility of measurement (under field conditions), and (3) because of their use by previous workers".

The latter was a limiting factor, as comparisons between regions were to be made with previously published data from the Central Pacific. Accordingly, at least some of the following morphometrical measurements had to be included in the Eastern Pacific collections:

- Y_1 —head length
- Y_2 —snout to insertion first dorsal
- Y_3 —snout to insertion second dorsal
- Y_4 —snout to insertion anal
- Y_5 —length pectoral
- Y_6 —height first dorsal
- Y_7 —height of second dorsal
- Y_8 —height of anal
- Y_9 —diameter of iris

For the first samples collected in the Eastern Pacific (samples I-A-1 and I-F-1), all nine characters were measured. Character Y_6 was not included in the Central Pacific data, but was included in the two Eastern Pacific samples for completeness.

For facility of measurement the first four characters, Y_1 through Y_4 ,

are convenient, as all can be measured rapidly with calipers alone, i.e. without using dividers.

Some consideration must be given, however, to selecting those characters which indicate the greatest potential in showing anatomical differences among populations when in fact they do exist. To investigate this matter, the mean, \bar{Y} , standard deviation from regression, $S_{y,x}$, and coefficient of variation, $C=\bar{Y}/S_{y,x}$, were computed for each of the nine characters in the two samples, I-A-1 and I-F-1. Both samples yielded similar results. The three fin lengths, Y_6 , Y_7 , and Y_8 , illustrate the highest coefficient of variation; the body lengths, Y_1 through Y_4 , and eye diameter Y_9 , the lowest; Y_5 being intermediate in value (Figure 2).

The estimated variation, however, may represent that introduced by measurement, may reflect the true variation among individuals in the population, or may be a combination of both. If a character is highly variable within the population, it may be more variable among populations also, and hence, be more indicative of racial structure. The analysis seems to indicate measurement variation to a large extent, as the characters with high coefficients of variation are those with the most imprecisely located points of origin for measurement, with two exceptions. The points of origin for measurement of Y_5 are relatively precisely located, and the intermediate C-values for this character seem to indicate population variation. The Y_9 character has imprecisely located reference points for measurement, and the low variation of this character seems to reflect a low variation among individuals in the population. Y_9 is also difficult to measure at sea.

Five characters were chosen for subsequent sampling as a result of the considerations above: Y_1 through Y_4 because of ease of measurement and low apparent measurement variation, Y_5 because of its high apparent population variation.

Problems of sampling

Conjectures regarding racial organization of stocks have been made on the basis of the geographical distribution of catch, the discontinuity of which sets the Eastern Tropical Pacific fishing region quite distinctly apart from that in the Central Pacific, and also indicates somewhat less distinct fishing areas within the former region. Obviously, the geographical distribution of catch does not necessarily reflect discontinuity in distribution, or racial independence, of the stocks inhabiting the various fishing areas thus formed. To investigate such conjectures, a series of samples of morphometrical data have been collected for comparative purposes, and classified within the general framework of these areas, however, inasmuch as they do represent convenient units of division of possible stocks, and do define a universe from which to sample. These samples purport to represent the fish inhabiting the various areas. Inductive

inferences of population structure thus depend on an effective sampling program for conclusiveness. The large geographical extent of the fishing regions concerned, and the difficulties encountered in trying to cover this territory, make it extremely difficult either to randomize or systematize the collection of data. Serious limitations may, thereby, be placed on inferences drawn from analysis of the data. Some discussion of this aspect follows the description of sampling technique below.

Methods of sampling

Samples within Region I were collected by Commission personnel aboard commercial fishing vessels which catch the fish with pole and line. The locality of collection of each sample was generally restricted to a few hundred square miles of ocean. Each sample was collected within a time period of at most four weeks. Locality and time of collection were, to a large extent, dictated by fishing success. The samples were collected for the most part as time and circumstances permitted, resulting in the various areas being represented by samples collected during several years and by several observers. All fish of an individual sample were measured by one observer. Each sample is composed of several sub-samples, each of which were taken from different schools of fish. Only fresh fish, perfect in appearance, were selected for measurement and were selected on the basis of total length so as to provide as large a size range of fish as possible.

The measurements of individual fish composing the samples from Region I are listed in Table 1 by area and sample. Samples are numbered independently and consecutively within each area (see Figure 1).

Samples within Region II were collected by staff members of the Fish and Wildlife Service with the Pacific Oceanic Fishery Investigations. The manner of collection was similar to that of Region I, with some exceptions. Each of the samples from Area A were collected over a time period of several months, and at large within the general area rather than from specific localities. The sub-sample composition cannot be determined, but presumably several schools were represented in each sample. The samples utilized herein from Area A have been extracted from the measurements published by Dung and Royce (1953, Table 68). The sample numbers assigned for purposes of this analysis correspond to measurements taken by the different measurers as published in that report.

Previously available samples from Region II, Area B, were composed of measurements taken from frozen fish after landing, which are shown below to be unsatisfactory for comparative purposes, and were not, therefore, used. The samples from Area B used in this paper were collected specifically for this analysis by Pacific Oceanic Fishery Investigations

personnel in accordance with the methods of Region I, and are published here (Table 2) with the kind of permission of the Fish and Wildlife Service.

Pertinent information concerning details of collection for samples from both regions is listed in Table 4.

Sources of variation within samples

As all samples were collected from commercial fishing vessels, only the commercially available fish of the population are represented in the samples. In general, this eliminates fish less than about 450 millimeters in total length, although selective sampling does include some smaller fish.

The procedure of selecting fish on the basis of total length results in samples which are biased with regard to true size-composition of the population. Thus, for any particular size-group of fish, the fish of modal size tend to be under-sampled, while the others tend to be over-sampled. When two or more size-groups are present in the population, samples include proportions which tend to be numerically inverse to the true proportions. The regression parameters estimated from such samples are not biased, however, providing there is no correlation of relative growth with frequency of occurrence. Martin (1949) has found no correlation between morphometric characters and rate of development or growth rate. This selective sampling actually provides the most efficient estimates of regression parameters.

The number of sub-samples or schools per sample varied from one to seven, with several samples containing an unknown number. A comparison of five sub-samples of sample I-A-1 for the characters Y_1 , Y_3 , and Y_5 reveals no heterogeneity among sub-samples (Table 5). Presuming that this is representative of the samples in general, it may be concluded that each sample is composed of a number of homogeneous sub-samples.

The locality of collection within areas was determined primarily by opportunity. No efforts were made either to sample particular localities or to choose them randomly. No measure of variation among localities within areas is possible with the present data.

Sources of variation among samples

Several sources of extraneous variation among samples are included in the data which tend to confound the analysis of variation among areas. Several observers have been involved in the collection and measurement, collection has taken place over several years, and some of the available samples from Region II, Area B, were taken from fish landed at port instead of fresh fish immediately after catching.

Measurement differences among observers

To estimate and test the significance of measurement differences among observers, some experimental data were collected. Additional pertinent material extracted from sample data, but not collected expressly for purposes of this section are also analyzed.

1. *Experimental data*

A single experiment was conducted in which each of two observers measured, independently, the same group of twenty-five skipjack. Measurements were recorded separately, by observer, for each fish. The skipjack were selected to be in the best condition possible, from among fish unloaded at the cannery.

The measurements taken by the two observers from the same fish were first paired and the mean differences, \bar{D} , computed for total length and for the various dependent characters. The mean differences are significantly different from zero for total length and for the dependent characters Y_2 , Y_4 and Y_5 (Table 6). The differences, D , are not observably correlated with the size of fish, although the size range involved (419-588 millimeters) is somewhat restricted. The \bar{D} amounts to less than two per cent of the mean for all characters.

The mean difference for total length, 3.08 millimeters, agrees very closely with differences found in other similar experiments (Hennemuth, 1957). Since there is only this one set of estimates of mean differences for the dependent characters, involving only two observers, similar verification of the precision of these estimates is not available. The value of \bar{D} for Y_3 deviates quite widely from that of Y_2 and Y_4 , but, as all three characters involve measurements which are extremely similar in nature, the average of the three estimated differences shall be used below for these three characters.

The D 's are not a function of total length, and they would, therefore, have no effect of changing the slopes of the corresponding regression lines. The difference between adjusted means of any two samples a and b ,

$$\hat{\bar{Y}}_a - \hat{\bar{Y}}_b = \bar{Y}_a - \bar{Y}_b - b_e (\bar{X}_a - \bar{X}_b),$$

where b_e is the common regression coefficient. The sign of the mean differences $(\bar{Y}_a - \bar{Y}_b)$ and $(\bar{X}_a - \bar{X}_b)$ must be taken into account, for if opposite in sign, they will compound to produce a maximum difference between adjusted means, and if the same in sign will tend to counteract each other and produce a minimal difference in adjusted means.

The maximum differences, $\hat{\bar{Y}}_a - \hat{\bar{Y}}_b$, which could be produced by the measurement differences found in this experiment are 0.96, 2.93, 3.86, 3.77 and 1.95 for the characters Y_1 through Y_5 , respectively. In subsequent comparisons of samples from different areas a difference in ad-

justed means of about 1.5 millimeters and over is associated with significance. It appears, then, that a significant difference could be introduced between samples by differences in measurement technique between observers, excepting possibly character Y_1 .

2. *Sample data*

There are three areas within which two or more samples were collected in the same locality and during the same time period, but by different observers. In effect, then, fish of the same group, but not the same individual fish, were measured by several observers.

The first of these areas include samples II-A-1, II-A-3, and II-A-4, which were collected from April through September 1949. Analysis of these data (Table 7) yields significant differences among sample adjusted means for two characters, Y_3 and Y_4 .

The second set of samples, I-E-1 and I-E-2, were both collected in December 1955 and January 1956. Analysis of these samples (Table 12) shows a significant difference in adjusted means for the Y_2 character only.

The third set of samples, I-B-1 and I-B-2, were collected in August and June 1956, respectively. Three differences in adjusted means, Y_1 , Y_2 and Y_4 are significant (Table 12). These samples, because of the discrepancy in time of collection, may not have been collected as nearly from the same group of fish as in the previous two sets.

In comparisons involving several observers for each set of samples from an area, the differences due to observers may tend to be randomized. It is primarily in comparisons between two sets of samples measured by two different observers that measurement differences must especially be taken into consideration.

Effects of freezing

Some of the morphometrical data from Region II which might have been used were taken from fish as they were unloaded at the canneries, after having been frozen and stored aboard the fishing vessels for varying periods of time. It is necessary to have some estimate of the effects of freezing, storage and handling on the morphometric measurements before comparing such samples with samples composed of measurements from fresh fish. Experimental evidence has been obtained to provide such estimates.

A number of skipjack were measured fresh, at sea and identified by numbered tags. The fish were then placed in the holding compartments of the fishing vessel and subjected to normal brine freezing and holding procedures. The fish were remeasured, 109 days later, when unloaded at

the cannery. Measurements were taken by the author on both occasions. Some of the fish were not measured at the time of unloading because of lost tags, broken caudal peduncles and missing pectoral fins.

From the resulting pairs of measurements, estimates of mean differences, \bar{D} , were computed for each of the five body characters and total length. The greatest change is in total length, estimates for the fresh fish being, on the average, 4.7 millimeters larger than the frozen fish. This difference is significantly different from zero. The mean differences of the five body characters range from zero to two millimeters, the mean difference for head length, 1.24 millimeters, being significant (Table 8). The differences, D , between measurements were not observed to be correlated with size of fish over the range included (470-620 millimeters).

It seems likely that the difference in total lengths can be attributed in part to distortion due to storage and handling which results in the fish being bent in some fashion. Since most of the distortion occurs in the caudal region, the other measurements are less affected. Actual shrinkage due to freezing is probably not negligible, however (see below). The significance of the head length mean difference is somewhat surprising, inasmuch as this character would be expected, by its physical nature, to be least effected.

Linear regressions were computed, for each of the characters, from the measurements of the fresh and frozen fish. Immediately noticeable is the greatly increased variance about the regression line for the latter measurements, with the exception of the Y_5 character (Table 9).

In order to judge the significance of the observed differences between regressions based on the measurements of the frozen and fresh fish, their magnitude may be compared with the magnitude of significant differences found in subsequent area comparisons among samples of freshly caught fish. The magnitude of these latter differences has been mentioned in the previous section. Differences in the experimentally estimated adjusted means appear to be significantly large for the characters Y_2 , Y_3 and Y_4 , small for other characters. Again, differences in regression coefficients may be considered negligible since the D 's are not associated with size of fish.

Since the differences in measurements, before and after freezing, of the dependent characters were found to be small, the difference between adjusted means of any two samples, a and b , may be taken, approximately, as $b_e (\bar{X}_a - \bar{X}_b) = 4.7 b_e$ in the present case. Other, similar experiments have shown differences of 5.3 to 8.4 millimeters between total lengths of fresh and frozen fish for several observers (Hennemuth, 1957). Assuming the average of these differences (7.0 millimeters) represents the expected difference between total lengths of fresh and frozen fish, any differences in adjusted means, when comparing regression lines of fresh

and frozen fish should exceed $7.0 b_e$ before significance can be ascribed to the observed differences.

Godsil and Greenhood (1951) have presented similar data on the effects of freezing on morphometric measurements of yellowfin tuna. The fish, however, were carefully preserved and not subjected to commercial handling procedures. These data thus represent primarily the effects of freezing and should not include much variation due to distortion. The fish were not individually marked, hence tests of significance of paired comparisons of the data is not possible. The mean differences for each character and the corresponding linear regression statistics for Godsil's data are produced in Table 10. The results of these data show a large total length mean difference and also a large Y_4 mean difference, both of which would likely be significantly different from zero. Between the regressions very little difference is noted in the regression coefficients, but differences in adjusted means are of a significant size. One interesting observation is the negligible differences between the variances ($S^2_{y.x}$) about the regression lines, for the fresh and frozen series, as contrasted to that previously noted in our experiment.

From both sets of data, it may be concluded that, when comparing measurements collected from fresh fish with those from fish which have been frozen and stored on commercial vessels, large differences in regression coefficients may be indicative of population differences, but differences in adjusted means should have to exceed a magnitude of approximately $7.0 b_e$ before any significance can be attached to them. Also, tests of significance are affected by the problem of increased variation about the regression line for data from frozen specimens.

Inasmuch as measurements from fresh fish are available from all areas and regions, comparisons involving data from frozen fish are not included in this investigation.

Variation among years

Most of the comparisons involve samples which have been collected in different years, and even in an independent, self-contained population changes in the sample regression lines may occur from year to year, because of differences in morphometric characters of successive year classes. Samples I-A-1, 2 and 3 were collected by the author in August 1954, 1955 and 1956 respectively, and present a good opportunity to investigate year to year morphometric variation in the same locality.

Examination of the length-frequency distributions of samples of the catch has led to the identification of size-groups which can be traced through successive years and thus be identified as individual year classes. Details of this examination will be presented in later publications of the Commission, but the year classes have been identified with a fair degree

of certainty. In order similarly to identify year classes in the samples of fish from which morphometric measurements were taken, their length-frequency distributions were compared with those of the catch for the same month of collection. The resulting year class composition of the morphometric samples has thus been inferred. The respective year classes have been called N, N-1 and N+1 since the year of origin is not yet precisely known.

<u>Sample</u>	<u>Year of Collection</u>	<u>Year Class</u>	<u>N</u>	<u>N+1</u>
I-A-1	1954	<u>Size Range</u>	<u>396-507</u>	<u>516-615</u>
I-A-2	1955	<u>Year Class</u>		<u>N</u>
		<u>Size Range</u>		<u>466-634</u>
I-A-3	1956	<u>Year Class</u>		<u>N-1</u>
		<u>Size Range</u>	<u>436-549</u>	<u>N</u> <u>551-624</u>

Comparison of the samples (in total) among years results in significant regression coefficient differences for characters Y_2 , Y_3 and Y_4 ; significant adjusted mean differences for the remaining characters Y_1 and Y_5 (Table 12). Comparison among years of the same year class, N, results in no significant differences in slope, but significant differences in adjusted means for characters Y_2 , Y_3 and Y_5 . The three comparisons between two different year classes (N+1 vs N-1, N vs N+1, and N-1 vs N) reveals significant slope differences for Y_2 , Y_3 and Y_5 (Table 11).

It appears then, that there exist differences in adjusted means among years within the same year class, and differences in slope among different year classes. These results agree with the conclusions of Martin (1949), who studied several species of trout.

INTRA-REGIONAL COMPARISONS

Region I

Within the Eastern Tropical Pacific fishing region samples were collected from six of our twelve regular catch-sampling areas; two of these are represented by single samples (C and F), the remainder by two and three samples (Figure 1, Table 4).

The samples within each area were collected by different observers and/or in different years. Analysis of the multiple-sample areas (A, B, D and E) shows that there is a significantly large degree of variation among samples within areas (Table 12). Previous sections have shown both measurement variation and year-to-year variation within year classes to be potentially large enough to cause significance among adjusted means. The within area variation may be to a large extent a

reflection of this fact, as most of the among sample variation is due to differences in adjusted means. The three significant differences among sample regression coefficients, all within Area A, for characters Y_2 , Y_3 and Y_4 have been discussed above.

The indication of significant variation among years, within areas, is a rather disturbing element as there is also a discrepancy in years of collection among areas. If, however, in making comparisons among areas, the within area variation (which includes variation among years) is taken into account, tests of significance will still be interpretable. Area comparisons, therefore, will be restricted to the multiple sample areas.

To test for differences in regression coefficients among areas, the samples from each area were first combined to provide a single estimate of regression coefficient for each area. The test shows significant differences in regression coefficients among areas for all characters (Table 13). The procedure of combining samples is not valid, however, in the cases where there are significant differences among sample regression coefficients, i.e. for three characters within Area A. It seems more correct to make the test using as the denominator mean square the pooled variation among sample regression coefficients within areas instead of the pooled within sample deviations as above. Doing this, the variance ratio for testing among regression coefficients (F^1) is reduced below significance in three of the five characters, Y_2 , Y_3 and Y_4 . The difference among adjusted means is significant for the Y_4 character (Table 13). Thus, three characters, Y_1 , Y_4 and Y_5 indicate significant differences among areas in any case.

The above tests necessarily mean that at least one of the areas is different from the others, but give no further information. To make individual comparisons, a modified test, based on Duncan's (1955) new multiple range test, is employed with regard to regression coefficients. To make such tests, the approximate variance term of the difference between the regression coefficients of any two samples

$$S^2 = \frac{S_e^2}{k} \sum_{j=1}^k \frac{1}{\sum_i (X_{ji} - \bar{X}_j)^2}, \text{ where}$$

$j=1, 2, \dots, k$ samples

$i=1, 2, \dots, n$ fish per sample

$$S_e^2 = \sum_j \sum_i (Y_{ji} - \hat{Y}_{ji})^2 / \sum_j (n_j - 2)$$

\hat{Y}_{ji} = adjusted value.

The above formula follows from averaging the variance term for the difference between two regression coefficients, over all possible $\frac{k(k-1)}{2}$ pairs of comparisons.

These tests are illustrated in Figure 3 as suggested by Duncan (1955). The distance between the areas on the figure is proportional to the numerical difference between regression coefficients of the areas. Any two values underlined by the same line are *not* significantly different. In general, it appears that each area is independent with respect to regression coefficients. The three cases of non-significance prove to be significant with respect to adjusted means, except for Areas A and B, character Y_3 (Table 14).

There are included in the above data a series of samples collected from four adjacent areas by the author within a time period of three months. As another approach to the problem, these samples, among which variation due to observer and time are eliminated, or at least may be considered negligible, may be compared. The series include samples A-3, B-1, C-1, and D-2.

Analysis of covariance of the series shows the samples to be homogeneous with respect to regression coefficients excepting the Y_2 character (due to the extreme value of sample C-1), but significantly different among adjusted means, excepting character Y_3 (Table 15). Individual comparisons were made among adjusted means, again using Duncan's (1955) test as applied to samples with unequal numbers by Kramer (1956, 1957) and using Finney's (1946) approximation for the variance term. Results of these tests (Figure 4, interpreted in the same way as Figure 3), are not clear cut, but indicate that the samples are generally different from each other, except C-1 and D-2 which are not. Differences may be better illustrated by partitioning the sum of squares associated with the variation among sample adjusted means into the following orthogonal comparisons, C_i , using a degree of freedom for each:

C_1 : sample C-1 vs D-2

C_2 : sample A-3 vs B-1

C_3 : samples A-3 + B-1 vs samples C-1 + D-2

The results of these tests (Table 16) indicate that the greatest share of the significant variation among adjusted means of the four samples is associated with comparisons C_2 and C_3 . Comparison C_3 means that there seems to be some tendency for samples A-3 and B-1 combined to be more different from samples C-1 and D-2 combined than the difference between each of the two samples within these combinations.

The homogeneity of samples C-1 and D-2 is likely caused by the fact that sample C-1 was collected from a northerly segment of the Area

D stocks and does not represent the stocks of fish usually found further to the north in Area C.

Region II

The Central Pacific fishing region is rather arbitrarily represented by two multiple-sample areas, the Society-Marquesas (B) and Hawaiian (A) islands.

Analysis indicates that the samples within each area are homogeneous in all respects (Table 17). Different observers are represented in Area A, but do not, apparently, in this case, introduce significant differences caused by measurement techniques.

Tests between areas yield significant differences among regression coefficients for the Y_2 and Y_3 characters, the other characters showing non-significant variation among areas (Table 18). Only one observer and one year, both of which are different than in Area A, are included in the Area B samples, and the differences found between areas may be due to observer and year variation rather than population structure. The present data are too limited to investigate further this aspect, nor is it of particular concern here.

INTER-REGIONAL COMPARISONS

For purposes of inter-regional comparisons, the two areas of Region II will be considered as being statistically independent and will be compared with the four statistically independent areas within Region I. The independence of these areas is primarily associated with the significantly different values of regression coefficients.

Since within each region there is a highly significant degree of variation among areas, an overall test of the areas of both regions would certainly be significant and would yield little or no new information. Individual comparisons of regression coefficients among the areas of both regions, performed by the multiple range test as before, reveals the general independence of all areas, and also illustrates the previously mentioned tendency for the areas within Region II to be, in general, more closely associated than those in Region I (Figure 5). There are some areas which show similarities between regions for some characters, but never consistently.

From inspection of Figure 5 there appears to be no more difference between the two regions than there is among areas within Region I. It is interesting to note that the Region II regression coefficient values fall within the range of values of Region I in all but two cases. Thus, if samples were taken at large, i.e. without respect to area, within both regions, no difference between regions would be apparent.

DISCUSSION

Preceding comparisons have shown that there exist significant statistical differences among morphometric measurements of samples of skipjack collected within four major fishing areas of the Eastern Pacific and within two major areas of the Central Pacific.

What remains is to translate the statistical differences into terms of racial differences, or, more correctly, into terms of the degree of racial independence. Royce (1957) has concluded that the amount of overlap of the sample distribution of Y on X reflects the maximum degree of mixing of the corresponding populations. Thus, some degree of mixing could be associated with even highly significant statistical differences. While this line of reasoning appears acceptable, the technique of measuring overlap is not applicable where differences are associated with slope rather than level of the regression lines, as is true with the present set of data. Furthermore, the utility of this method is open to question, in any case, since the degree of overlap measures the maximum amount of mixing that *could* occur, and bears no necessary relation to the amount of mixing that *does* occur. It seems best in interpreting these statistical differences to adopt the convention of semi-independence which does not exclude some mixing of the populations, but does not define the amount. The statistical analysis indicates, then, that the commercially available stocks of skipjack inhabiting the various fishing areas within the Eastern Pacific for which data are available represent semi-independent populations of fish, and the stocks of the Eastern and Central Pacific also appear to be at least semi-independent.

These morphometric comparisons of skipjack indicate that there is a lack of complete mixing of populations between the Central and Eastern Pacific, and that there is a lack of complete mixing among different areas in the Eastern Pacific. Whether or not *some* mixing between regions and between areas occurs cannot be determined from these data, however, because of the small differences in body proportions with which we are dealing here, and because of the various sampling difficulties. It is doubted whether further investigations of racial structure of skipjack in these regions by morphometry will be very fruitful.

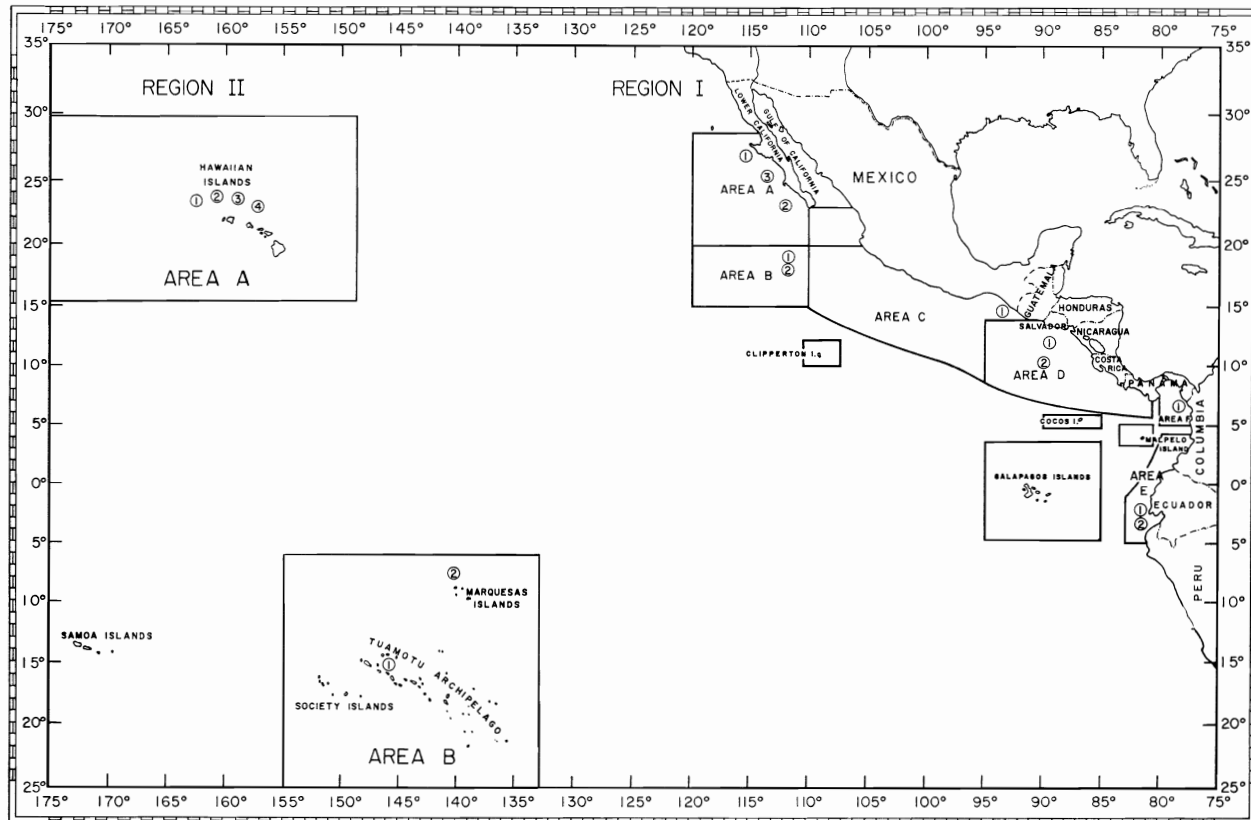


FIGURE 1. Geographical origin of samples (numbers within circles) by fishing areas within Regions I (Eastern Pacific) and II (Central Pacific).

FIGURA 1. Origen geográfico de las muestras (números dentro de círculos) con indicación de las áreas de pesca dentro de las Regiones I (Pacífico Oriental) y II (Pacífico Central).

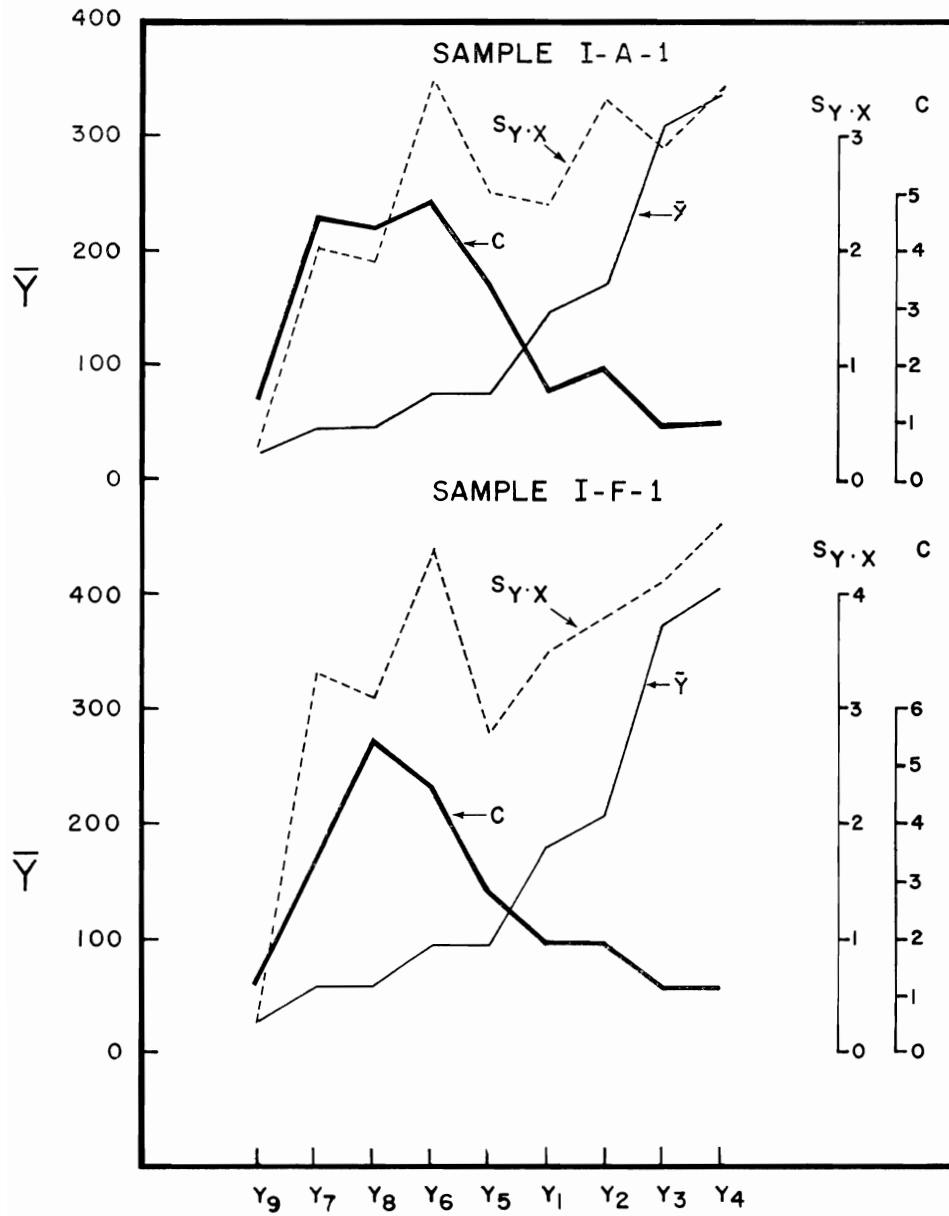


FIGURE 2. Comparison of the coefficient of variation, C, among the various dependent characters (estimated from samples I-A-1 and I-F-1).

FIGURA 2. Comparación del coeficiente de variación, C, entre los diversos caracteres dependientes (estimación hecha de las muestras I-A-1 y I-F-1).

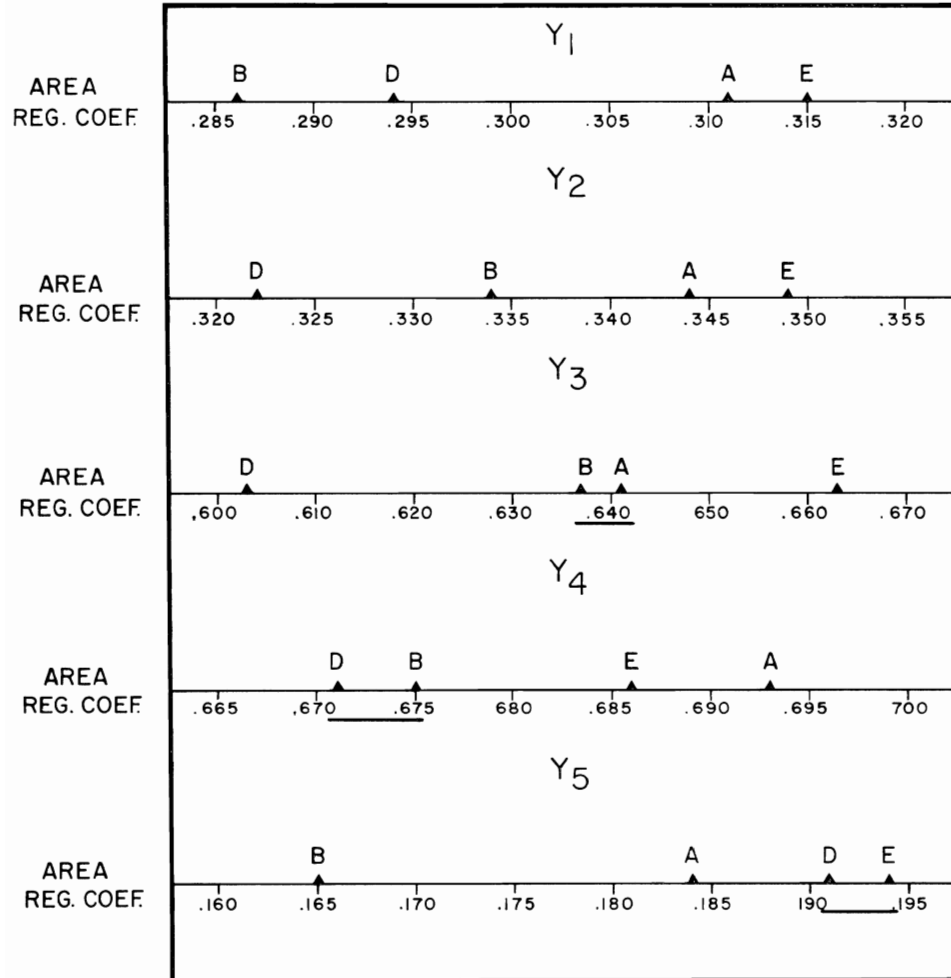


FIGURE 3. Individual comparisons of regression coefficients among multiple-sample areas within Region I. For interpretation, see text.

FIGURA 3. Comparaciones individuales de los coeficientes de regresión entre las áreas de múltiple muestra dentro de la Región I. (Ver el texto para la correspondiente interpretación).

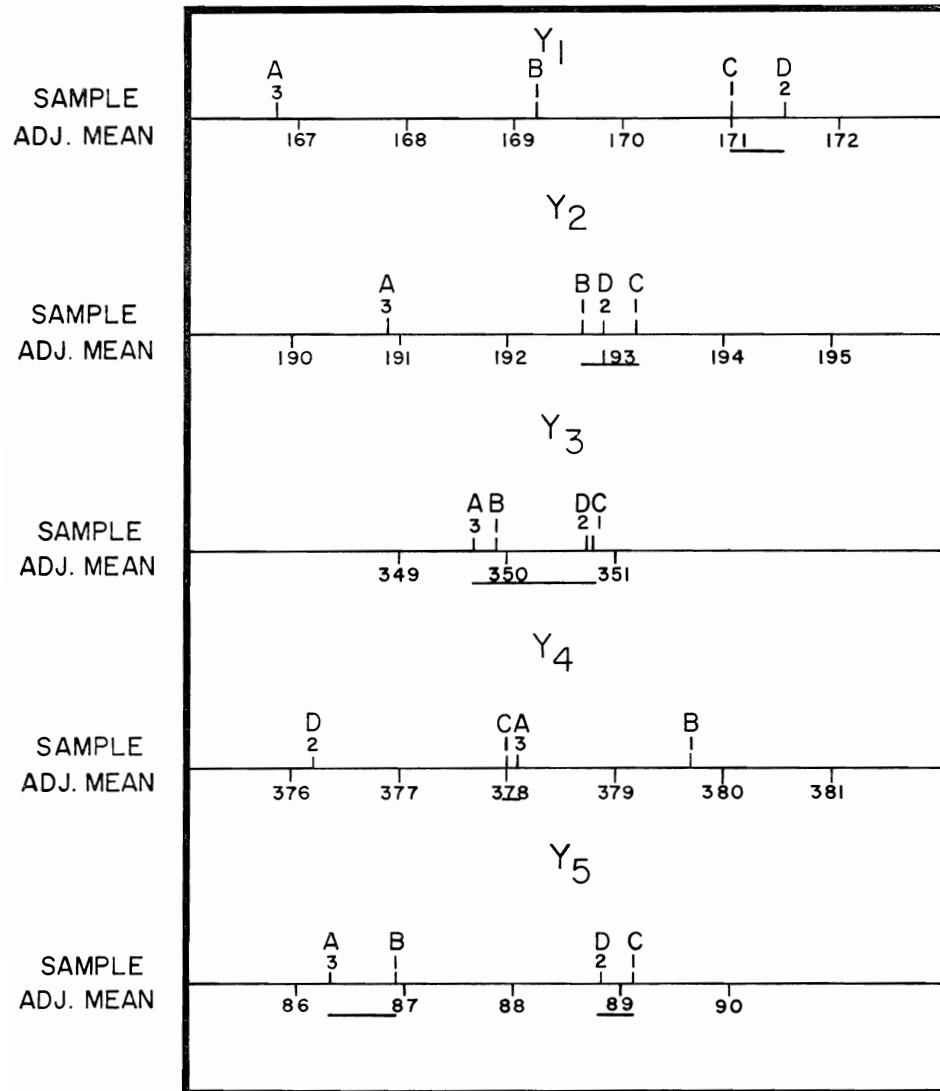


FIGURE 4. Individual comparisons of adjusted means among samples collected from four adjacent Region I areas by a single observer and over a restricted time period. For interpretation, see text.

FIGURA 4. Comparaciones individuales de los promedios ajustados, entre las muestras recogidas en cuatro áreas adyacentes de la Región I por un solo observador y durante un período de tiempo restringido (Ver el texto para la correspondiente interpretación).

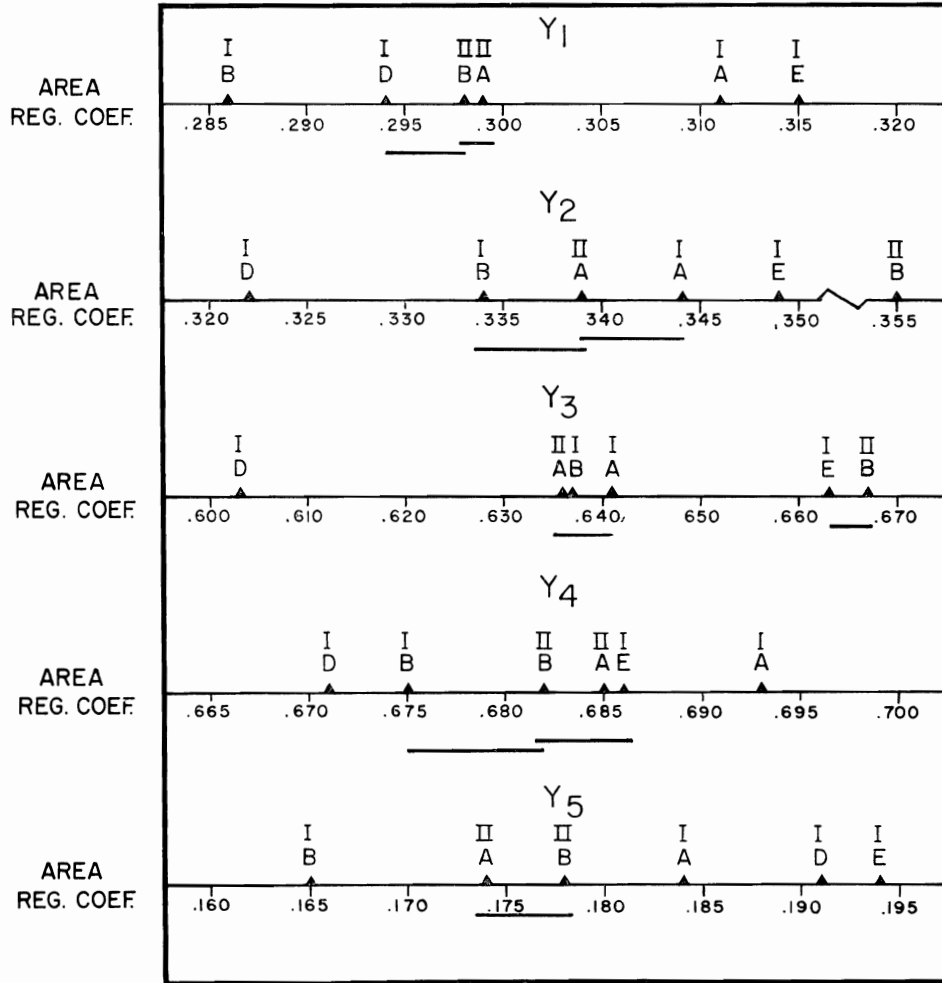


FIGURE 5. Individual comparisons of regression coefficients among areas of Regions I and II. For interpretation see text.

FIGURA 5. Comparaciones individuales de los coeficientes de regresión entre las áreas de las Regiones I y II (Ver texto para la correspondiente interpretación).

TABLE 1. Morphometric measurements of skipjack collected in the Eastern Tropical Pacific fishing grounds (Region I), listed by area of origin and sample number. Measurements are in millimeters.

TABLA 1. Medidas morfométricas de barriletes recolectados en las localidades de pesca del Pacífico Oriental Tropical (Región I), con indicación del área de origen y el número de la muestra. Las medidas están en milímetros.

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
AREA A — SAMPLE 1										AREA A — MUESTRA 1									
396	114	135	245	262	51	53	31	30	18	462	138	156	283	303	68	63	41	41	20
396	113	136	245	262	54	55	32	30	18	463	133	150	284	306	65	64	38	38	20
399	113	131	242	266	54	51	30	30	19	464	134	154	283	310	65	69	40	38	21
401	112	129	245	269	55	56	31	31	19	467	133	157	284	304	68	67	40	38	21
403	117	133	245	264	55	57	28	29	17	467	138	167	288	308	71	71	41	40	21
412	120	138	255	273	57	60	30	32	19	467	137	157	283	308	68	70	41	39	21
412	116	139	252	268	55	57	31	32	18	468	135	160	288	310	69	65	39	39	20
412	117	137	249	277	54	57	31	31	18	468	138	161	291	318	70	66	39	39	21
414	122	140	253	279	58	60	33	32	19	468	136	159	283	312	68	68	39	38	21
415	117	136	253	272	58	56	31	32	18	469	137	155	294	318	66	70	37	35	21
415	119	139	251	273	55	58	31	33	19	469	137	159	288	312	68	67	38	38	21
416	119	139	252	272	57	56	33	31	19	470	137	157	290	315	69	73	....	39	21
416	119	140	253	272	59	59	32	31	19	471	140	163	292	317	70	71	39	39	22
417	117	141	253	275	53	57	31	30	18	471	139	157	284	313	70	67	38	38	21
418	119	142	257	280	59	59	32	33	17	472	138	156	292	311	65	68	41	39	21
419	121	141	253	280	59	56	32	....	19	473	135	157	288	312	71	69	42	40	22
419	120	142	257	275	57	59	32	33	18	474	140	160	293	320	70	68	40	40	22
421	120	142	260	279	55	59	31	31	18	475	137	153	289	314	69	69	39	37	20
422	119	141	259	276	58	57	32	34	19	475	.....	163	292	314	70	64	39	38	21
423	123	139	259	281	60	59	34	35	19	477	135	158	289	311	67	65	40	40	22
425	122	144	260	284	57	54	32	32	19	477	139	163	296	318	67	70	39	40	22
428	120	144	263	280	58	60	33	34	18	477	138	162	290	315	71	70	42	42	20
430	124	150	265	287	56	62	34	34	19	479	139	161	293	315	68	68	42	41	21
432	127	148	266	285	59	62	35	35	20	479	142	165	297	315	68	74	43	39	21
434	125	145	264	291	60	63	34	33	18	481	142	165	298	324	67	75	40	38	22
437	129	146	268	286	67	62	37	36	20	481	135	163	294	320	67	67	39	39	21
438	120	144	264	291	59	62	35	34	18	482	140	162	297	319	69	69	43	40	21
439	130	145	264	291	61	62	35	34	18	482	147	165	299	322	73	73	43	45	21
440	122	151	272	291	63	62	37	37	20	483	136	161	295	316	67	....	40	42	20
442	128	150	269	294	65	60	....	32	20	488	139	168	304	326	72	70	43	42	22
444	134	150	274	297	69	70	42	41	21	490	142	163	302	328	69	66	44	40	21
446	125	153	276	302	61	61	34	34	20	491	144	167	310	333	70	68	41	41	20
447	131	154	273	296	64	64	37	39	21	493	145	170	308	335	74	76	44	43	21
450	135	158	282	301	66	68	39	37	20	493	144	167	305	330	74	69	45	43	20
450	133	152	280	299	65	61	38	38	21	494	144	173	304	330	73	75	43	42	21
450	133	151	277	300	68	66	38	38	20	495	144	170	307	325	70	76	38	40	21
451	129	149	280	304	64	61	38	38	20	497	145	168	304	330	72	73	42	42	20
451	132	154	280	297	61	....	35	36	....	501	141	162	307	331	63	69	41	40	20
453	130	152	273	299	64	69	36	35	19	503	145	170	313	341	74	71	47	47	20
454	137	157	282	303	63	66	40	40	21	505	145	170	309	337	74	69	42	42	21
455	132	160	278	300	67	....	36	36	21	507	151	175	315	338	74	78	44	45	21
455	133	153	278	302	66	65	39	37	20	516	148	171	316	346	73	65	44	41	21
456	133	155	279	301	68	69	39	39	20	517	151	175	323	347	79	80	46	44	21
457	134	155	277	300	65	59	....	37	21	517	155	179	323	349	74	80	48	49	21
457	136	155	281	304	67	68	37	37	21	518	155	184	327	349	76	80	46	46	22
457	134	157	280	298	68	70	39	38	21	520	154	177	324	348	79	80	48	47	22
458	133	159	283	308	69	69	37	38	20	521	150	178	322	353	76	72	46	45	21
458	138	159	283	302	67	67	39	40	21	522	153	181	330	347	77	79	49	49	21
458	137	157	280	302	69	69	41	42	19	523	154	173	333	349	75	71	48	47	21
459	134	160	281	305	65	67	39	38	20	524	154	181	329	354	71	82	43	43	22
460	132	153	283	301	68	68	39	37	19	526	154	180	325	350	79	82	51	50	22
460	134	158	284	308	67	64	38	40	20	532	154	180	329	351	79	78	46	45	22
461	134	157	285	311	67	68	39	39	21	532	158	184	331	359	69	87	48	50	22
464	135	150	284	304	66	57	38	38	21										

- X = total length—longitud total
- Y₁ = head length—longitud de la cabeza
- Y₂ = snout to insertion first dorsal fin—del hocico a la inserción de la primera aleta dorsal
- Y₃ = snout to insertion second dorsal fin—del hocico a la inserción de la segunda aleta dorsal
- Y₄ = snout to insertion anal fin—del hocico a la inserción de la aleta anal
- Y₅ = length pectoral fin—longitud de la aleta pectoral
- Y₆ = height first dorsal fin—altura de la primera aleta dorsal
- Y₇ = height second dorsal fin—altura de la segunda aleta dorsal
- Y₈ = height anal fin—altura de la aleta anal
- Y₉ = diameter of iris—diámetro del iris

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
AREA A — SAMPLE 1 (Continued)										AREA A — MUESTRA 1 (Continuado)									
533	156	182	332	355	79	78	47	47	21	569	166	192	352	377	84	77	56	55	23
537	158	185	332	358	83	79	49	51	22	570	168	194	352	384	86	93	55	54	23
540	157	178	330	361	85	84	51	50	23	571	170	191	354	383	86	92	61	52	25
543	160	180	335	363	82	86	54	52	23	571	170	196	351	383	87	83	53	57	22
544	160	186	340	361	81	82	54	50	22	572	166	193	349	376	85	85	53	49	23
545	156	190	337	363	81	84	47	45	21	572	166	194	355	372	88	91	56	56	20
547	158	186	343	363	78	80	47	47	21	573	163	195	359	387	82	84	50	51	23
548	161	183	341	365	80	84	52	51	21	574	170	202	353	386	84	90	55	52	22
548	162	184	341	369	81	86	54	52	23	574	167	192	353	382	88	92	54	55	22
549	163	195	343	373	84	88	52	54	22	575	167	198	358	385	84	88	54	54	23
549	163	192	345	369	88	80	52	51	23	575	170	198	361	385	84	87	53	54	22
551	160	187	343	371	82	84	50	51	23	577	168	200	359	396	91	90	58	54	23
551	161	184	341	369	82	86	53	52	22	577	171	194	360	387	87	83	54	53	23
556	163	190	347	368	86	79	52	53	22	577	170	197	361	391	87	85	57	55	22
558	164	195	344	375	85	83	50	50	23	582	170	208	359	386	89	87	55	52	22
559	169	192	352	377	81	88	50	53	23	585	174	209	367	397	88	90	52	54	23
560	166	191	350	379	81	88	51	51	22	585	171	198	363	396	91	91	57	57	23
561	168	193	347	380	85	85	56	55	23	586	175	202	369	400	89	100	57	58	24
561	166	190	346	376	83	80	51	49	22	590	176	206	372	396	83	94	58	60	24
562	164	195	347	389	83	82	51	50	22	591	175	200	369	400	92	87	51	55	24
562	167	193	350	380	84	82	54	53	21	592	174	199	366	396	89	88	57	55	22
562	163	192	349	376	84	84	50	50	22	592	173	204	370	402	88	92	55	57	24
563	167	195	357	381	85	90	54	55	22	594	182	207	372	407	91	90	60	60	24
564	163	188	346	375	88	84	56	53	20	596	176	205	372	404	90	95	56	58	23
565	166	190	352	387	83	83	53	51	24	598	173	197	368	400	92	96	61	60	22
566	163	194	351	379	83	83	53	52	22	600	173	195	368	396	90	85	55	55	22
568	170	197	355	382	83	82	54	54	23	600	178	206	373	404	92	88	57	59	23
569	174	192	356	386	86	87	51	54	22	610	178	207	383	413	92	94	57	61	24
569	167	196	353	378	87	91	53	52	22	615	181	209	380	418	96	96	60	58	23

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA A — SAMPLE 2						AREA A — MUESTRA 2					
466	136	158	290	307	68	514	155	180	326	343	79
467	134	161	292	313	68	515	151	176	322	341	75
468	137	159	294	315	65	515	153	177	321	345	75
473	140	162	293	316	72	517	154	183	323	345	80
474	137	162	293	315	70	520	154	174	320	347	81
475	141	165	292	315	70	521	157	183	323	347	77
476	141	168	294	317	69	523	154	177	320	346	77
477	140	161	298	318	69	523	153	179	322	354	79
477	138	166	294	319	71	523	154	180	327	356	78
478	143	161	292	320	71	525	155	183	328	355	83
478	138	164	295	319	72	525	157	180	326	350	80
479	140	162	296	322	69	526	158	179	327	357	77
480	143	167	299	321	70	527	154	179	324	357	77
483	143	169	308	326	71	529	152	184	329	352	80
487	141	165	299	319	72	529	152	175	328	354	76
487	141	167	299	322	70	530	153	182	326	355	76
489	148	174	303	326	77	531	156	181	331	357	81
490	144	167	300	326	70	536	162	177	334	360	82
490	143	169	303	327	74	537	158	180	331	356	80
491	142	170	307	330	74	538	158	181	331	360	79
493	147	169	305	329	72	540	160	183	330	357	81
497	145	171	306	328	74	540	161	183	334	358	81
497	143	167	308	334	73	543	159	189	339	366	81
497	150	173	312	333	77	544	158	181	335	366	84
498	145	171	312	338	74	545	160	181	337	364	82
498	143	167	302	330	73	546	159	187	340	363	76
498	144	168	307	334	72	547	162	184	337	364	85
500	146	168	310	332	75	547	160	190	342	368	79
500	150	171	310	327	74	549	163	192	341	365	82
500	150	172	306	330	75	549	165	188	342	365	91
505	147	174	312	333	77	549	166	190	342	366	83
505	150	169	309	334	75	549	163	192	345	366	82
505	146	172	310	333	76	550	160	184	342	370	81
505	147	170	309	335	76	551	165	185	343	367	83
506	150	169	310	338	76	551	161	186	341	371	86
506	148	176	315	339	75	552	166	189	342	370	84
507	149	177	309	339	75	553	165	193	345	368	88
507	146	175	312	334	71	554	162	183	345	367	84
509	150	177	317	340	75	554	164	190	346	373	85
509	145	170	315	339	80	554	165	192	343	375	83
509	148	173	313	332	74	554	163	193	342	366	83
510	146	174	312	344	72	556	164	190	347	379	88
513	153	178	325	344	77	559	163	193	347	374	82
513	149	170	319	341	70	559	163	189	346	368	
513	151	178	317	336	73	560	164	188	348	376	82
513	151	179	316	339	76	560	166	192	348	372	84
513	154	176	319	345	83	561	159	187	346	372	83
514	149	180	324	344	75	561	171	198	351	385	84

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA A — SAMPLE 2 (Continued)						AREA A — MUESTRA 2 (Continuado)					
561	165	188	351	374	84	579	172	204	358	387	90
562	167	187	344	374	88	579	174	196	358	393	87
564	166	188	352	376	86	580	167	198	357	381	87
564	170	194	347	375	89	581	170	197	361	389	87
564	166	200	348	376	86	584	173	194	360	390	89
565	168	200	356	380	88	587	175	207	373	394	89
566	166	193	354	381	85	587	175	207	370	397	91
567	168	194	357	378	83	588	173	197	356	393	91
567	170	192	352	376	86	590	176	202	373	393	89
569	170	197	354	383	82	590	176	200	365	394	91
570	172	199	355	382	87	591	180	205	369	402	90
571	165	193	357	380	88	591	175	206	366	390	93
572	170	195	357	386	90	591	177	206	369	402	95
573	168	195	359	382	88	605	180	210	376	412	93
574	170	195	364	386	90	606	179	207	378	408	92
575	169	197	368	387	89	610	181	207	382	412	93
575	171	200	363	389	88	612	179	205	374	403	93
576	171	196	353	384	86	634	187	214	397	430	100
AREA A — SAMPLE 3						AREA A — MUESTRA 3					
436	128	150	268	289	62	551	161	186	341	369	85
437	126	146	269	291	63	561	168	186	334	377	84
449	133	153	277	304	67	564	168	194	351	379	89
453	133	153	281	301	63	564	169	190	350	373	87
463	136	161	285	303	69	565	172	196	352	385	87
464	138	161	289	310	67	565	170	190	350	378	86
466	134	159	291	317	68	567	168	195	352	379	90
467	139	158	293	313	65	567	170	192	353	377	84
468	138	162	293	317	66	569	168	195	353	384	89
469	139	161	288	314	66	569	168	196	352	383	84
470	142	163	290	311	70	570	168	193	351	376	87
471	141	160	292	315	65	571	166	189	352	381	89
471	136	155	290	312	72	572	164	190	346	376	85
473	139	160	293	318	75	572	172	189	352	385	90
474	141	159	295	318	69	573	170	187	356	381	87
475	142	163	295	320	70	575	173	200	360	390	92
475	144	163	296	322	73	576	173	201	358	381	90
475	144	168	295	318	72	576	172	197	353	387	87
476	140	162	297	318	72	577	170	192	355	380	89
476	142	161	292	317	69	580	170	195	357	385	85
476	138	156	295	316	72	580	172	195	356	384	90
480	143	166	303	320	72	580	174	198	358	388	89
485	144	169	301	318	73	580	171	190	359	385	88
486	146	169	304	326	76	580	168	191	357	387	91
488	149	171	303	322	75	581	170	194	360	390	86
491	142	162	303	323	75	582	173	195	358	391	88
492	147	164	307	333	73	582	170	197	357	387	91
496	147	173	310	333	75	583	172	201	363	392	91
498	145	170	306	338	73	584	172	192	360	394	91
498	143	165	309	333	72	585	171	201	366	393	86
499	146	170	307	334	75	586	174	192	357	390	93
500	143	166	308	328	77	589	174	198	362	398	93
504	149	176	312	332	77	590	176	198	368	394	88
505	146	169	311	328	78	591	174	193	368	391	89
510	154	173	317	345	79	592	174	207	368	398	90
514	149	170	314	343	74	593	175	204	370	400	92
521	151	175	316	347	80	594	174	199	367	396	90
522	155	177	327	348	82	594	176	206	371	395	87
525	153	174	328	352	80	594	174	206	371	401	91
533	156	178	328	354	80	594	176	201	370	401	89
535	158	180	331	359	82	594	173	201	365	393	91
537	158	181	337	362	80	594	175	204	366	397	97
537	158	179	327	357	82	597	177	204	369	403	93
537	160	180	330	360	84	598	175	197	371	402	88
538	157	182	333	359	82	599	176	203	377	405	91
538	157	180	329	357	83	601	179	202	369	407	97
541	160	183	337	368	86	603	178	203	372	410	94
542	160	182	339	365	80	604	183	209	381	406	92
544	158	179	332	362	82	608	179	207	381	407	95
547	165	184	339	371	83	619	187	208	385	419	95
549	163	184	335	368	85	624	184	211	384	417	93
AREA B — SAMPLE 1						AREA B — MUESTRA 1					
472	143	166	290	313	71	508	155	174	320	344	77
474	141	162	293	319	75	513	153	178	316	346	73
481	145	165	295	321	74	514	159	171	320	344	83
490	143	167	305	336	74	515	151	172	315	344	73
491	147	166	305	330	74	519	155	176	320	351	76
491	146	169	298	328	76	520	157	175	321	344	76
495	150	177	310	339	76	520	157	178	322	349	79
506	150	170	317	344	75	524	154	178	326	355	81

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA B — SAMPLE 1 (Continued)						AREA B — MUESTRA 1 (Continuado)					
525	157	176	317	347	82	595	180	203	372	399	95
526	162	179	325	352	80	596	175	204	365	399	91
529	162	187	327		81	596	177	204	370	403	92
531	158	185	328	358	81	596	179	203	370	399	96
536	161	179	330	356	83	597	183	203	371	405	93
539	159	179	330	359	83	599	181	207	373	398	94
540	164	186	336	365	82	601	176	206	373	404	87
540	159	180	332	363	78	603	183	203	373	400	97
546	165	181	336	372	85	607	183	208	379	411	95
549	172	188	335	366	90	607	176	205	373	405	93
549	168	193	338	369	87	610	182	209	373	410	90
550	161	184	339	361	83	612	188	206	379	413	97
556	163	181	342	373	85	612	183	201	382	419	93
559	167	191	347	370	87	616	183	210	381	417	95
561	166	191	347	375	90	616	187	214	383	417	98
562	166	190	351	377	88	617	181	203	381	410	90
563	168	191	346	376	87	618	185	213	386	412	97
564	173	.....	.....	.....	92	618	189	216	387	423	98
566	170	191	362	383	87	619	186	213	381	417	97
569	166	197	351	376	83	624	185	218	397	421	92
569	172	196	359	388	92	624	188	213	388	421	94
570	170	195	352	381	88	626	188	217	389	424	94
570	175	194	347	386	84	639	193	218	398	434	98
575	171	195	359	387	88	645	196	224	405	440	105
575	174	197	354	385	84	646	189	220	397	436	99
579	173	196	359	391	88	647	196	219	406	444	107
579	173	200	362	390	91	669	203	231	421	452	103
580	171	200	359	392	88	672	199	227	414	448	104
580	178	199	358	391	90	678	201	229	420	455	108
583	174	198	360	392	93	696	207	232	433	468	113
592	180	201	364	398	88	705	214	244	443	476	118
592	179	200	367	399	96	710	210	240	431	466	110
594	178	204	366	400	90	719	213	252	453	486	114
AREA B — SAMPLE 2						AREA B — MUESTRA 2					
488	146	162	300	330	74	629	188	215	393	422	94
494	148	170	304	328	73	634	189	220	404	425	98
494	151	170	313	335	74	634	189	210	394	430	95
497	147	164	309	329	75	636	190	215	400	433	101
513	154	174	314	339	79	642	190	223	396	421	99
526	157	174	322	348	79	647	190	212	407	437	101
528	155	177	327	349	78	658	194	224	409	444	103
533	160	178	329	356	82	662	193	221	408	448	101
539	161	186	332	361	82	662	198	228	412	440	100
546	163	184	343	365	85	663	195	220	410	441	101
546	165	187	336	364	84	665	196	221	412	442	106
550	164	185	339	369	85	665	195	223	421	444	101
554	166	191	348	369	85	669	197	231	422	453	104
564	166	190	350	378	84	672	196	222	418	452	92
568	167	191	348	382	87	673	201	229	423	458	100
568	171	189	354	385	87	675	201	230	424	452	106
581	168	194	352	382	90	676	203	235	428	467	112
582	172	196	358	384	93	682	201	235	424	460	105
584	173	202	363	395	89	700	206	235	428	462	106
584	174	200	359	385	.....	701	209	234	432	467	109
587	172	199	367	393	93	702	205	239	438	472	112
590	170	184	369	396	89	705	207	224	431	470	114
595	181	207	374	401	93	710	208	241	448	478	107
597	179	209	376	399	92	714	210	240	444	479	105
600	181	208	380	408	.....	716	204	240	453	478	112
604	180	201	375	408	90	723	216	242	450	490	113
613	179	199	377	407	92	731	216	246	455	499	116
614	184	208	384	413	96	732	230	246	455	493	112
616	186	212	390	415	97	737	219	243	448	482	112
623	181	213	387	415	.....	751	223	265	475	501	118
AREA C — SAMPLE 1						AREA C — MUESTRA 1					
547	172	193	340	365	86	608	181	210	382	412	97
550	170	187	343	370	87	610	179	205	372	405	98
565	174	197	343	371	90	614	185	215	387	406	100
574	174	200	355	384	89	615	186	212	385	414	99
591	178	201	358	390	93	616	189	209	387	412	99
593	178	201	369	400	92	616	184	209	388	413	101
595	183	205	371	398	95	618	188	217	388	417	97
596	180	204	367	398	95	619	184	207	383	408	100
597	178	203	370	401	95	619	179	207	385	419	95
597	180	202	370	399	96	621	191	218	388	422	103
599	183	207	376	403	96	623	190	207	384	416	100
600	181	215	373	400	97	627	188	210	393	421	101
603	182	207	375	403	94	629	193	220	395	424	103
603	182	209	372	395	95	631	194	216	396	429	102

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA C — SAMPLE 1 (Continued)						AREA C — MUESTRA 1 (Continuado)					
632	194	217	393	424	101	648	196	226	402	436	107
632	189	216	395	423	101	649	196	216	401	439	106
635	188	217	390	426	100	651	198	219	406	438	102
635	192	211	394	427	100	652	198	222	405	439	100
636	192	211	391	431	106	652	194	218	407	441	99
638	193	216	404	427	104	656	193	220	409	441	99
638	196	219	401	432	105	661	198	217	407	448	103
640	197	224	403	439	102	664	200	224	411	442	107
642	198	213	397	435	100	667	203	226	414	448	106
642	.....	216	393	421	98	670	202	226	414	446	108
644	195	219	400	430	108						
AREA D — SAMPLE 1						AREA D — MUESTRA 1					
518	157	177	317	345	84	571	168	194	346	375	92
526	160	180	324	350	86	571	172	190	350	378	92
530	163	180	327	350	89	571	171	187	348	378	91
530	163	182	326	350	85	575	171	192	354	385	93
534	162	183	327	355	87	576	175	200	360	390	99
538	162	179	328	355	87	578	173	193	358	392	96
538	165	181	328	356	90	578	170	197	358	387	94
540	162	186	331	361	84	578	172	194	352	381	94
542	162	187	337	358	87	579	178	198	365	390	96
544	165	187	335	354	90	579	175	191	360	378	93
546	165	185	338	362	88	579	175	200	355	389	89
547	168	188	345	368	92	583	173	197	355	385	94
547	165	191	349	364	90	584	173	194	359	388	92
548	168	190	338	359	87	585	175	190	358	386	101
549	169	192	342	368	86	587	180	200	362	387	96
550	165	190	337	357	90	588	175	197	358	387	96
550	168	185	337	369	93	588	173	200	363	388	93
550	163	184	340	370	86	588	180	196	360	395	99
556	164	185	338	359	87	589	178	200	367	392	95
556	167	187	340	368	88	590	173	196	358	389	97
557	164	188	341	370	89	591	176	200	360	387	94
559	170	190	358	374	95	594	175	196	364	393	93
560	172	190	342	371	94	595	180	202	359	395	92
561	170	195	346	372	93	595	173	194	364	390	98
561	170	190	350	380	92	595	180	198	359	394	100
561	170	190	350	372	94	596	182	205	368	396	100
561	167	190	344	360	88	601	185	208	370	397	95
563	170	191	346	374	95	601	178	205	371	402	97
563	170	195	344	371	93	602	185	204	373	406	96
564	171	193	352	378	93	602	181	206	374	400	98
565	173	188	341	370	91	602	185	212	381	410	103
565	169	189	350	375	92	614	190	211	381	410	106
565	170	189	348	378	89	622	187	208	375	409	100
568	170	193	353	378	90	627	186	208	380	418	105
569	171	191	359	386	89	633	192	217	391	426	105
570	170	190	346	376	92	643	191	220	388	411	108
AREA D—SAMPLE 2						AREA D—MUESTRA 2					
439	130	151	270	292	66	523	159	180	327	351	85
456	138	160	281	300	65	526	159	183	325	355	82
457	139	157	281	305	70	526	159	176	323	345	82
471	143	161	286	315	75	527	163	181	330	343	83
475	141	161	291	319	73	528	159	176	325	346	79
483	144	163	303	321	72	529	157	177	326	347	..
483	143	162	303	321	72	530	163	191	327	354	80
491	148	167	300	325	75	534	164	185	331	349	81
491	145	168	301	320	73	535	163	181	331	347	86
492	151	168	307	328	78	538	168	184	334	360	87
495	150	169	303	333	77	539	168	189	335	366	88
496	146	173	308	326	74	539	167	180	334	358	86
500	156	177	312	332	79	542	168	186	340	362	90
502	150	165	311	332	77	543	165	187	335	358	82
503	156	177	310	334	81	546	169	187	339	366	85
505	152	171	312	340	76	548	168	191	340	367	85
506	154	170	314	337	78	550	172	193	341	372	86
507	155	178	315	340	80	550	168	189	340	363	91
508	156	174	316	339	77	551	171	191	345	367	90
509	157	176	317	342	79	552	170	189	340	366	88
509	151	172	311	338	79	552	171	191	341	369	88
510	153	178	320	340	78	553	171	190	342	360	89
511	158	170	309	338	79	556	171	194	347	373	87
512	157	175	319	343	78	556	168	184	342	372	89
515	156	179	319	339	80	557	172	191	346	372	87
515	159	174	317	349	79	558	171	195	348	374	87
516	153	177	317	344	76	560	171	195	348	373	84
516	154	175	320	345	78	560	169	191	351	372	89
518	159	175	321	347	82	561	174	192	349	373	89

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA D — SAMPLE 2 (Continued)						AREA D — MUESTRA 2 (Continuado)					
561	170	193	353	378	89	581	176	198	360	389	92
562	174	196	346	373	90	583	180	200	363	398	93
562	171	192	351	371	92	585	179	200	362	391	92
564	172	192	349	374	91	586	174	200	364	395	93
565	171	189	346	375	87	586	180	206	364	389	89
565	171	195	353	368	89	586	179	200	364	393	97
566	169	196	353	375	86	587	177	197	356	384	94
566	173	195	351	374	85	589	178	201	366	392	87
567	176	191	352	373	93	589	178	196	358	392	92
567	175	189	354	379	86	590	179	200	363	396	93
567	177	204	353	380	91	591	181	198	363	390	97
567	173	197	355	378	88	593	176	205	364	392	90
569	168	194	348	376	88	593	176	201	368	399	90
570	177	195	356	376	91	601	183	212	374	403	94
570	173	192	351	376	90	607	181	206	376	396	111
571	172	195	356	378	94	611	184	207	379	405	97
572	174	196	356	382	90	615	185	211	376	414	98
573	173	196	358	382	91	616	189	214	387	418	100
576	174	196	362	385	89	619	182	204	386	417	95
576	176	198	359	390	92	621	188	213	383	414	100
576	173	196	358	384	89	622	188	208	383	413	99
578	172	194	357	386	89	626	189	215	394	421	96
580	175	197	359	385	90	626	189	215	390	421	99
580	173	192	360	383	89	632	192	217	394	425	104
580	180	205	365	392	92	633	192	210	398	425	99
581	177	198	358	384	93	644	200	219	404	433	107
581	173	198	361	384	92	661	196	215	407	437	105
AREA E — SAMPLE 1						AREA E — MUESTRA 1					
424	126	139	260	284	62	524	159	179	324	352	73
425	127	142	262	280	59	526	161	177	326	358	78
442	131	150	269	295	64	526	165	182	331	353	77
444	132	152	273	296	61	527	157	179	326	356	75
445	134	151	278	299	66	527	161	184	333	362	77
446	130	153	176	298	61	527	162	182	331	362	77
446	132	150	280	300	68	530	158	178	328	355	76
447	134	148	272	301	68	530	156	177	329	355	72
448	135	153	284	300	70	531	163	183	333	359	77
449	133	151	280	300	63	531	161	178	331	360	78
449	136	153	276	298	58	531	166	183	331	360	86
450	136	155	276	296	69	533	163	185	333	358	77
453	134	151	280	296	67	534	159	180	326	354	78
454	133	149	284	300	63	535	161	180	328	354	79
454	135	155	278	300	73	535	165	189	332	361	85
457	135	157	289	309	66	535	164	181	332	356	79
459	138	156	283	305	69	535	163	186	334	365	80
459	140	159	285	306	67	535	164	183	332	359	79
460	140	154	283	311	66	536	156	176	325	357	73
460	140	158	286	314	70	536	160	178	336	365	80
460	143	159	289	306	70	535	164	183	332	359	79
462	139	159	283	305	68	537	163	188	333	355	76
462	140	155	284	305	66	537	163	183	332	360	75
463	139	157	286	306	68	540	161	183	329	366	71
463	142	155	288	308	75	540	164	184	336	366	79
463	141	160	293	316	70	540	164	184	335	363	81
464	137	160	285	309	69	540	161	180	333	360	76
465	142	157	288	308	73	540	166	183	337	367	78
466	140	155	290	314	71	541	167	187	333	362	81
467	140	159	284	314	70	542	163	186	338	366	82
467	140	158	285	311	71	543	169	188	340	364	87
467	144	162	290	314	71	544	167	186	340	364	88
469	140	160	292	310	70	544	168	188	343	372	80
470	143	161	288	311	71	545	164	186	339	367	71
470	139	159	290	310	69	547	168	190	340	363	.
470	143	160	290	315	71	548	162	183	340	366	75
474	145	160	298	321	73	548	164	185	340	364	88
491	149	170	312	329	73	550	171	193	341	370	80
491	148	167	306	328	77	552	162	184	341	365	81
493	150	170	310	321	70	552	173	190	344	367	88
499	149	168	310	331	71	552	172	186	340	372	78
506	153	167	317	342	72	553	170	189	348	372	84
510	156	171	316	338	75	555	166	191	342	376	84
513	153	170	312	349	75	555	170	191	346	372	82
516	155	178	320	344	76	555	169	192	350	380	81
516	154	176	317	344	77	555	166	190	345	373	84
516	155	172	320	354	76	556	168	186	343	373	86
518	158	173	316	347	75	557	170	.....	343	377	83
520	156	179	321	352	78	557	166	191	346	374	89
520	159	179	323	350	81	561	171	193	350	371	91
521	159	175	318	352	75	565	175	197	353	375	84
522	158	183	326	342	78	566	170	192	349	375	84

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅								
AREA E — SAMPLE 1 (Continued)						AREA E — MUESTRA 1 (Continuado)													
566	172	189	...	384	88	618	190	213	382	414	96								
570	171	196	357	384	89	619	187	213	386	410	102								
570	173	198	355	376	92	621	191	210	388	417	105								
570	176	196	354	379	92	625	188	217	394	421	98								
570	170	194	356	383	92	626	195	221	397	417	102								
570	175	199	359	384	93	630	190	218	392	428	96								
573	168	196	356	386	88	632	191	213	394	427	100								
575	175	197	365	387	94	633	191	220	399	428	102								
577	175	202	355	386	81	634	191	220	399	430	102								
578	175	197	355	390	93	635	190	214	394	424	101								
580	174	196	356	385	90	637	193	223	406	433	99								
585	180	202	374	400	97	637	187	220	399	422	100								
587	176	200	364	394	91	638	190	219	397	424	102								
588	180	202	370	394	92	641	195	219	406	433	108								
590	180	201	370	395	94	644	197	220	400	434	103								
591	180	196	367	397	97	644	194	222	407	430	100								
597	185	207	379	400	99	650	196	220	404	431	102								
604	189	211	383	400	104	651	195	221	410	440	104								
605	188	214	383	414	96	657	207	229	416	448	107								
605	183	203	376	406	94	664	205	226	414	443	108								
610	186	208	387	413	97	745	223	225	461	493	127								
612	185	214	378	408	102														
AREA E — SAMPLE 2						AREA E — MUESTRA 2													
455	133	155	276	304	65	534	163	184	338	361	83								
457	138	159	281	310	72	536	164	193	337	362	77								
458	136	157	283	304	66	538	164	188	337	358	84								
463	140	156	286	305	69	539	167	190	344	366	87								
464	140	158	286	307	70	542	164	188	337	365	84								
467	134	154	287	307	70	543	165	190	344	369	79								
475		169	295	317	66	543	166	195	339	370	81								
475	141	162	295	324	74	545	166	191	340	366	85								
478	146	168	292	323	73	548	168	190	345	372	78								
479	143	165	300	324	64	548	166	194	345	379	83								
481	139	164	300	328	67	548	167	184	341	364	87								
482	145	168	300	324	74	553	166	190	342	367	80								
488	141	165	300	319	75	556	175	201	358	377	85								
489	147	170	305	326	67	559	167	194	346	374	78								
490	147	168	309	328	80	562	167	190	349	380	86								
490	146	165	299	323	76	563	174	196	332	382	82								
493	149	173	304	324	70	588	182	201	376	399	95								
493	145	167	304	321	77	604	184	210	381	410	97								
493	145	166	305	323	76	604	183	206	378	405	96								
500	147	175	304	325	74	605	182	205	376	400	96								
501	153	173	310	335	79	606	184	212	382	411	100								
504	157	176	309	338	74	606	185	213	386	407	93								
510	156	177	320	342	77	613	192	214	389	415	105								
514	151	170	318	335	85	620	190	213	386	410	97								
520	159	179	326	348	76	625	189	217	397	418	104								
520	159	180	327	352	78	630	190	229	394	427	104								
524	161	180	330	353	80	636	193	222	403	434	103								
524	159	183	331	346	79	638	190	217	400	425	100								
527	160	179	319	361	82	643	197	226	407	441	99								
527	162	182	327	355	81	644	197	222	408	436	100								
528	157	186	336	358	76	651	200	228	410	438	101								
530	159	183	329	353	74	660	198	226	413	447	107								
530	157	178	323	351	84	661	200	232	422	442	103								
533	165	185	339	366	83														
X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
AREA F — SAMPLE 1										AREA F — MUESTRA 1									
546	162	186	336	365	87	90	51	51	24	579	174	201	360	388	91	94	59	59	24
550	161	188	337	369	84	88	54	53	24	579	166	193	350	390	92	90	58	55	26
552	165	189	345	378	85	86	52	55	25	579	167	195	354	390	91	88	53	54	25
555	168	186	332	365	90	82	51	55	25	581	173	200	360	393	91	92	55	54	25
557	174	190	338	371	87	92	57	54	23	582	177	195	363	387	98	96	55	58	26
560	169	193	350	381	89	87	56	55	24	583	171	203	365	395	93	94	57	56	24
564	168	194	350	378	91	82	53	57	23	583	173	196	359	392	92	88	58	54	24
568	174	198	353	383	89	88	54	59	26	584	174	201	363	398	97	92	56	54	24
569	170	191	348	391	94	90	54	51	26	585	176	203	365	396	92	94	52	54	25
572	169	201	355	386	93	88	51	54	26	585	176	198	365	400	98	93	55	50	25
576	171	198	357	386	94	85	56	55	25	585	174	201	364	393	99	99	52	54	25
577	176	202	358	392	92	91	58	60	24	588	175	203	367	402	99	96	58	56	24
577	169	197	359	386	96	95	54	54	25	589	181	207	369	397	99	95	56	55	24
577	176	198	365	402	96	99	58	53	25	590	177	204	365	395	95	92	56	58	24
577	173	202	360	393	92	92	56	59	24	591	170	195	361	392	98	95	70	58	26
578	171	197	362	387	90	89	52	58	24	591	177	201	365	396	97	84	56	58	24
578	179	194	358	392	96	92	57	59	24	592	178	201	371	397	94	102	58	56	25
578	163	198	358	388	90	85	51	52	25	593	176	213	378	411	101	99	56	54	25

TABLE 1. (Continued) — TABLA 1. (Continuado)

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	Y ₆	Y ₇	Y ₈	Y ₉
AREA F — SAMPLE 1 (Continued)										AREA F — MUESTRA 1 (Continuado)									
594	182	203	369	396	98	93	60	64	26	620	187	214	383	420	98	98	56	66	26
595	181	207	373	404	100	95	56	55	25	621	189	216	388	419	98	97	58	60	24
595	182	211	372	399	99	93	59	53	24	624	185	216	386	413	104	96	63	62	26
596	180	211	377	413	.....	103	60	57	26	624	187	215	388	417	103	98	58	59	25
596	178	203	372	405	95	84	58	56	26	624	182	205	378	417	96	98	54	57	25
597	177	202	369	405	95	89	59	56	25	625	180	213	384	426	99	95	61	59	25
602	180	208	376	405	99	89	57	66	25	625	193	221	394	423	111	108	57	59	26
602	186	210	379	415	97	96	59	56	25	626	185	212	390	425	101	97	60	62	23
602	176	209	379	403	97	97	57	57	26	627	186	206	386	424	111	105	64	62	26
604	183	207	371	403	96	92	63	61	26	627	186	214	392	424	101	98	60	59	25
605	182	211	382	407	101	102	56	60	24	627	190	218	391	425	102	104	58	59	26
605	182	213	379	410	99	92	57	58	26	627	194	218	393	428	103	103	58	58	27
605	182	211	377	408	100	90	63	55	26	628	190	218	396	422	103	98	57	59	25
606	180	206	375	418	102	97	52	60	25	629	188	221	391	420	105	101	66	55	27
606	185	214	386	417	103	101	57	63	26	630	192	216	396	423	105	98	64	63	26
607	183	211	378	411	97	99	62	65	24	630	182	214	389	423	106	90	62	61	25
607	183	203	382	414	98	94	61	56	26	630	192	220	400	433	105	100	61	59	27
608	182	212	384	402	96	93	61	58	24	633	190	217	391	425	102	101	65	53	25
609	183	212	379	411	94	103	60	56	25	634	193	223	395	426	106	104	62	62	25
609	181	207	379	409	97	96	56	59	25	635	187	221	393	430	106	107	61	57	26
610	183	208	382	418	103	91	71	57	25	637	191	219	395	432	106	103	60	59	25
611	184	216	385	420	102	96	58	55	25	638	194	226	404	431	104	88	57	62	26
617	179	212	387	416	100	100	57	61	26	642	196	223	395	425	106	106	60	52	25
618	189	212	389	419	101	101	60	65	25	650	196	226	412	448	109	107	57	62	25
620	177	202	385	419	105	97	56	60	26	655	192	222	404	439	112	102	67	67	27

TABLE 2. Morphometric measurements of skipjack collected in the Central Pacific fishing grounds (Region II), listed by area of origin and sample number. Measurements are in millimeters.

TABLA 2. Medidas morfométricas de barrilete recolectados en las localidades de pesca del Pacífico Central (Región II), con indicación del área de origen y el número de la muestra. Las medidas están en milímetros.

X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅	X	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
AREA B — SAMPLE 1											
AREA B — MUESTRA 1											
446	134	149	274	300	67	553	167	194	347	377	89
451	134	154	274	305	69	556	165	190	346	370	84
452	136	153	276	306	72	557	164	194	346	364	87
452	138	154	279	306	71	560	169	189	349	378	89
456	137	153	278	306	68	561	169	194	347	378	90
456	139	156	280	310	72	564	168	193	349	379	87
456	139	156	280	310	72	564	172	200	352	385	92
459	135	154	279	310	67	564	168	194	349	378	86
461	138	153	282	313	69	564	173	200	357	389	94
463	136	160	282	310	70	568	166	192	352	381	88
464	138	157	279	309	69	569	170	191	354	382	94
465	137	154	281	309	71	569	173	200	352	385	88
470	142	160	288	315	71	572	170	202	358	389	89
481	150	166	296	317	75	572	171	197	356	384	
485	149	168	303	334	75	573	170	196	352	386	88
488	144	161	299	327	76	574	174	199	354	385	91
492	148	165	300	330	77	578	172	198	356	384	86
495	146	164	302	336	78	581	173	197	356	388	91
518	159	180	324	356	78	585	172	199	357	384	90
522	157	177	321	356	83	585	177	202	366	397	93
526	158	175	323	352	82	590	176	198	365	398	94
537	162	189	340	364		609	185	212	388	422	97
548	169	193	343	358	87	618	183	212	382	412	97
AREA B — SAMPLE 2											
AREA B — MUESTRA 2											
460	139	156	280	298	73	499	152	171	308	333	78
473	144	165	295	320	74	501	153	171	310	341	77
477	141	158	288	317	73	507	156	175	311	329	79
483	147	164	294	317	73	511	159	177	314	350	80
486	145	162	296	325	72	516	159	177	316	350	79
489	145	167	302	329	74	517	160	182	319	350	82
492	145	162	298	333	72	519	159	173	315	345	80
492	147	170	303	336	75	519	159	181	314	343	84
492	150	170	301	329	75	545	169	193	342	372	82
494	151	169	309	337	77	554	170	189	345	373	92
495	151	165	296	320	75	563	176	197	352	382	91
497	149	168	307	332	79	569	173	195	352	376	89
499	151	169	301	331	77						

X = total length—longitud total

Y₁ = head length—longitud de la cabeza

Y₂ = snout to insertion first dorsal fin—del hocico a la inserción de la primera aleta dorsal

Y₃ = snout to insertion second dorsal fin—del hocico a la inserción de la segunda aleta dorsal

Y₄ = snout to insertion anal fin—del hocico a la inserción de la aleta anal

Y₅ = length pectoral fin—longitud de la aleta pectoral

TABLE 3. Test of the hypothesis that the regression functions employed are of the form $\hat{Y}=a+bX$.

TABLA 3. Prueba de la hipótesis de que las funciones de regresión empleadas son de la fórmula $\hat{Y}=a+bX$.

Character	n	k	SS	A	B	F
Carácter	n	k	CC	A	B	F
Y_1	218	172	2365	468	1897	1.10
Y_2	218	172	4918	1200	3718	0.84
Y_3	217	172	7477	2601	4876	0.50
Y_4	218	172	7639	1586	6053	1.03
Y_5	217	172	2690	473	2217	1.24

For symbols see Ostle 1954, p. 154.

Para los símbolos véase Ostle 1954, pag. 154.

TABLE 4. Information relating to the collection of samples of skipjack morphometrics.

TABLA 4. Información relativa a la recolección de muestras sobre medidas morfométricas del barrilete.

Region	Area	Sample	Number of fish	Number of schools	Observer	Size-range	Time of collection Mo. Yr.	Locality of collection
Región	Area	Muestra	Número de pescados	Número de cardúmenes	Observador	Rango de tamaño	Tiempo de la recolección Mes Año	Localidad de la recolección
I	A	1	165	7	RCH ¹	396-615	Aug. 54	28N,116W
		2	132	3	RCH ¹	466-634	Aug. 55	24N,113W
		3	102	5	RCH ¹	436-624	Aug. 56	25N,113W
	B	1	82	several	RCH ¹	472-719	Aug. 56	19N,112W
		2	60	4	GCB ¹	488-751	Jun. 56	19N,112W
	C	1	49	2	RCH ¹	547-670	Jun. 56	14-15N,93-94W
	D	1	72	3	MPA ¹	518-643	May 55	12N,89W
		2	112	6	RCH ¹	439-661	Jun. 56	12N,91W
	E	1	147	several	GCB ¹	424-745	Dec. 55 } Jan. 56 }	3S, 81W
			67	several	GB ¹	455-661	Dec. 55 } Jan. 56 }	
		2	86	several	GVH ¹	546-655	May 53	8-9N,77-78W
	II	A	1	81	HBE ²	356-877	May-Sep. 49
2			22	.....	HHE ²	409-801	Aug.-Sep. 48	.....
3			69	.....	KY ²	207-834	Apr.-July 49	.....
4			46	.....	FCJ ²	327-826	Apr.-Oct. 49	.....
B		1	46	2	HY ¹	446-618	Feb. 57	15S,146W
		2	25	1	HY ¹	460-569	Mar. 57	7S,140W

- 1 RCH—Author—Autor
 GCB—Gordon C. Broadhead
 MPA—Michael P. Angot
 GB—Gilbert Bane
 GVH—Gerald V. Howard
 HY—Heeny Yuen
- 2—See Dung & Royce, 1953
 2—Ver Dung y Royce, 1953

TABLE 5. Tests of homogeneity of five sub-samples of sample I-A-1.

TABLA 5. Pruebas de homogeneidad de cinco submuestras de la muestra I-A-1.

Character	Source of variation	d.f.	MS	F	
Carácter	Causa de variación	g.l.	MC	F	
Y ₁	Total	Total	128	8.0	
	Common	Factor común	124	8.0	
	Within samples	Dentro de las muestras	120	8.2	
	Difference among regression coefficients		4	1.2	0.14
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		4		0.85
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₃	Total	Total	129	8.4	
	Common	Factor común	125	8.4	
	Within samples	Dentro de las muestras	121	8.5	
	Difference among regression coefficients		4	6.8	0.80
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		4	9.0	1.07
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₅	Total	Total	129	6.4	
	Common	Factor común	125	6.3	
	Within samples	Dentro de las muestras	121	6.2	
	Difference among regression coefficients		4	7.5	1.21
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		4	11.0	1.75
Diferencia entre promedios ajustados					

TABLE 6. Estimates (in millimeters) of mean differences, \bar{D} , and tests of hypothesis $|\bar{D}|=0$ in paired comparisons between measurements of two different observers taken from the same skipjack.

TABLA 6. Estimación, en milímetros, de las diferencias promedio, \bar{D} , y pruebas de la hipótesis $|\bar{D}|=0$ en comparaciones de parejas de valores entre las mediciones hechas por dos diferentes observadores en el mismo ejemplar de barrilete.

Character	N	\bar{D}	S_D^2	t_0
Carácter	N	\bar{D}	S_D^2	t_0
X	25	3.08	0.38	4.97**
Y ₁	25	0.00	0.49	0.00
Y ₂	25	-2.92	0.54	4.00**
Y ₃	25	0.12	0.22	0.25
Y ₄	25	2.12	0.47	3.12**
Y ₅	24	-1.38	0.19	3.13**

TABLE 7. Analysis of variance of samples II-A-1, 3, and 4 to test significance of measurement differences among different observers.

TABLA 7. Análisis de variación de muestras II-A-1, 3 y 4 para determinar las diferencias de medidas entre diferentes observadores.

Character	Source of variation		d.f.	MS	F
Carácter	Causa de variación		g.l.	MC	F
Y ₁	Total	Total	194	10.77	
	Common	Factor común	192	10.59	
	Within samples	Dentro de las muestras	190	10.60	
	Difference among regression coefficients		2	9.23	0.87
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		2	28.18	2.66
Y ₂	Total	Total	194	23.02	
	Common	Factor común	192	23.09	
	Within samples	Dentro de las muestras	190	23.16	
	Difference among regression coefficients		2	16.48	0.71
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		2	15.68	0.68
Y ₃	Total	Total	194	23.84	
	Common	Factor común	192	22.88	
	Within samples	Dentro de las muestras	190	22.94	
	Difference among regression coefficients		2	17.12	0.75
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		2	115.78	5.06*
Y ₄	Total	Total	194	30.45	
	Common	Factor común	192	29.75	
	Within samples	Dentro de las muestras	190	29.58	
	Difference among regression coefficients		2	46.26	1.56
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		2	97.48	3.23*
Y ₅	Total	Total	193	12.74	
	Common	Factor común	191	12.77	
	Within samples	Dentro de las muestras	189	12.71	
	Difference among regression coefficients		2	18.95	1.49
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		2	9.72	0.76
Diferencia entre promedios ajustados					

TABLE 8. Estimates of mean differences, \bar{D} , and test of hypothesis $|\bar{D}|=0$ in paired comparisons between measurements taken from fresh and frozen skipjack.

TABLA 8. Estimaciones de las diferencias promedio, \bar{D} , y prueba de la hipótesis $|\bar{D}|=0$ en comparaciones de parejas de valores entre las mediciones hechas en barriletes frescos y congelados.

Character	N	\bar{D}	$S^2_{\bar{D}}$	t_o
Carácter	N	\bar{D}	$S^2_{\bar{D}}$	t_o
X	22	4.73	0.66	5.84*
Y ₁	21	1.24	0.34	2.14*
Y ₂	22	1.27	0.51	1.79
Y ₃	22	-0.04	0.36	0.07
Y ₄	21	2.00	1.48	1.64
Y ₅	15	0.07	0.20	0.16

TABLE 9. Linear regression statistics computed from measurements taken from skipjack while fresh and after freezing and storage aboard commercial tuna vessels.

TABLA 9. Estadísticas de la regresión lineal computadas según las mediciones hechas en barriletes frescos y después de congelados y almacenados a bordo de barcos atuneros comerciales.

Character	Condition	N	\bar{X}	\bar{Y}	$S^2_{y.x}$	b	a	$\frac{\hat{a}}{\hat{Y}}$
Carácter	Condición	N	\bar{X}	\bar{Y}	$S^2_{y.x}$	b	a	$\frac{\hat{a}}{\hat{Y}}$
Y ₁	Fresh-Fresco	21	561.66	168.19	8.16	.299	.25	167.47
	Frozen-Congelado	21	556.81	166.95	12.58	.294	3.25	167.67
	Difference-Diferencia					.005		.20
Y ₂	Fresh-Fresco	22	558.00	191.09	13.20	.325	9.74	190.28
	Frozen-Congelado	22	553.28	192.36	17.20	.361	-7.37	193.17
	Difference-Diferencia					.036		2.89
Y ₃	Fresh-Fresco	22	558.00	345.27	7.90	.630	-6.27	343.76
	Frozen-Congelado	22	553.28	345.32	12.10	.651	-14.86	346.83
	Difference-Diferencia					.021		3.07
Y ₄	Fresh-Fresco	21	555.43	373.52	18.56	.691	-10.28	371.93
	Frozen-Congelado	21	550.76	371.52	31.42	.676	-.79	373.12
	Difference-Diferencia					.015		1.19
Y ₅	Fresh-Fresco	15	559.27	85.60	8.38	.174	-11.71	85.12
	Frozen-Congelado	15	553.93	85.53	8.46	.186	-17.48	86.01
	Difference-Diferencia					.012		0.89

TABLE 10. Estimates of mean difference, \bar{D} , and linear regression statistics for comparing measurements from fresh and frozen yellowfin tuna; data taken from Godsil and Greenhood, 1951.

TABLA 10. Estimaciones de la diferencia promedio, \bar{D} , y estadísticas de la regresión lineal para comparar las mediciones hechas, en atunes aleta amarilla frescos y congelados, basadas en los datos de Godsil y Greenhood, 1951

Character	Condition	N	\bar{D}	\bar{X}	\bar{Y}	$S^2_{y.x}$	b	a	\hat{Y}
Carácter	Condición	N	\bar{D}	\bar{X}	\bar{Y}	$S^2_{y.x}$	b	a	\hat{Y}
X	Fresh-Fresco Frozen-Congelado	45	8.18						
Y ₁	Fresh-Fresco Frozen-Congelado Difference-Diferencia	45	0.40	570.93 562.76	162.47 162.07	6.15 4.39	.267 .265	10.03 12.94	161.38 163.15 1.77
Y ₂	Fresh-Fresco Frozen-Congelado Difference-Diferencia	45	0.31	570.93 562.76	177.67 177.36	8.82 8.48	.294 .288	9.82 15.29	176.48 178.55 2.07
Y ₃	Fresh-Fresco Frozen-Congelado Difference-Diferencia	45	1.87	570.93 562.76	311.91 310.04	10.42 10.73	.507 .494	22.45 32.91	308.87 312.08 3.21
Y ₄	Fresh-Fresco Frozen-Congelado Difference-Diferencia	45	3.24	570.93 562.76	343.76 340.51	13.06 12.10	.561 .558	23.47 26.49	341.48 342.79 1.31

TABLE 12. Analysis of covariance among samples within areas for Region I.
TABLA 12. Análisis de covariancia entre las muestras dentro de las áreas de la Región I.

Character	Source of variation	Area A			Area B			Area D			Area E			
		d.f.	MS	F	d.f.	MS	F	d.f.	MS	F	d.f.	MS	F	
Carácter	Causa de variación	Area A			Area B			Area D			Area E			
		g.l.	MC	F	g.l.	MC	F	g.l.	MC	F	g.l.	MC	F	
Y ₁	Total	Total	396	5.57		140	7.06		6.90		211	6.90		
	Common	Factor común	394	5.34		139	6.48		181	6.48		210	6.92	
	Within samples	Entre las muestras	392	5.29		138	6.42			6.44		209	6.88	
	Difference among regression coefficients	Diferencia entre coeficientes de regresión	2	15.24	2.88	1	15.18	2.36	1	15.38	2.39	1	14.36	2.09
	Difference among adjusted means	Diferencia entre promedios ajustados	2	52.14	9.76*	1	87.21	13.46*	1	82.16	12.68*	1	3.04	0.44
Y ₂	Total	Total	397	11.37		139	16.32		182	11.73		211	15.76	
	Common	Factor común	395	10.86		138	15.57		181	11.20		210	14.28	
	Within samples	Entre las muestras	393	10.53		137	15.64		180	11.25		209	14.10	
	Difference among regression coefficients	Diferencia entre coeficientes de regresión	2	75.86	7.20*	1	6.57	0.42	1	1.08	0.10	1	51.58	3.66
	Difference among adjusted means	Diferencia entre promedios ajustados	2	113.14		1	120.47	7.74*	1	107.45	9.59*	1	326.71	22.86*
Y ₃	Total	Total	397	9.47		139	16.08		182	51.17		211	61.45	
	Common	Factor común	395	9.35		138	15.99		181	49.48		210	61.03	
	Within samples	Entre las muestras	393	8.89		137	16.10		180	49.50		209	61.26	
	Difference among regression coefficients	Diferencia entre coeficientes de regresión	2	100.25	11.28*	1	0.62	0.04	1	46.43	0.94	1	12.17	0.20
	Difference among adjusted means	Diferencia entre promedios ajustados	2	33.52		1	28.49	1.78	1	356.86	7.21*	1	149.22	2.44
Y ₄	Total	Total	396	11.47		138	17.25		182	17.30		211	17.08	
	Common	Factor común	394	11.48		137	16.74		181	16.88		210	17.12	
	Within samples	Entre las muestras	392	11.32		136	16.86		180	16.91		209	16.95	
	Difference among regression coefficients	Diferencia entre coeficientes de regresión	2	43.62	3.85*	1	0.20	0.01	1	11.47	0.68	1	51.98	3.07
	Difference among adjusted means	Diferencia entre promedios ajustados	2	8.18		1	87.74	5.24*	1	92.50	5.48*	1	9.17	0.54
Y ₅	Total	Total	395	6.05		137	8.69		181	8.98		211	14.58	
	Common	Factor común	393	5.53		136	8.52		180	7.10		210	14.61	
	Within samples	Entre las muestras	391	5.54		135	8.43		179	7.14		209	14.66	
	Difference among regression coefficients	Diferencia entre coeficientes de regresión	2	2.91	0.52	1	20.52	2.43	1	0.91	0.13	1	4.18	0.28
	Difference among adjusted means	Diferencia entre promedios ajustados	2	107.78	19.49*	1	32.45	3.81	1	347.62	48.96*	1	9.43	0.64

TABLE 13. Analysis of covariance among Areas A, B, D and E, Region I.
TABLA 13. Análisis de covariancia entre las Areas A, B, D, y E, Región I.

Character	Source of variation		d.f.	MS	F	F ¹
Carácter	Causa de variación		g.l.	MC	F	F ¹
Y ₁	Total	Total	935	11.07		
	Common	Factor común	932	6.73		
	Within areas	Dentro de las áreas	929	6.36		
	Difference among regression coefficients		3	123.00	19.33*	8.31*
	Diferencia entre coeficientes de regresión					
	Pooled differences within areas		5	14.80		
	Diferencias de combinación dentro de las áreas					
Y ₂	Total	Total	935	13.66		
	Common	Factor común	932	13.34		
	Within areas	Dentro de las áreas	929	13.18		
	Difference among regression coefficients		3	64.00	4.92*	0.90
	Diferencia entre coeficientes de regresión					
	Pooled differences within areas		5	65.00		
	Diferencias de combinación dentro de las áreas					
	Difference among adjusted means		3	111.00	0.55	
	Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₃	Total	Total	935	31.59		
	Common	Factor común	932	31.18		
	Within areas	Dentro de las áreas	929	30.43		
	Difference among regression coefficients		3	263.00	8.77*	5.06
	Diferencia entre coeficientes de regresión					
	Pooled differences within areas		5	51.80		
	Diferencias de combinación dentro de las áreas					
	Difference among adjusted means		3	127.00	0.65	
	Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₄	Total	Total	933	16.34		
	Common	Factor común	930	14.90		
	Within areas	Dentro de las áreas	927	14.75		
	Difference among regression coefficients		3	62.00	4.13*	2.07
	Diferencia entre coeficientes de regresión					
	Pooled differences within areas		5	30.00		
	Diferencias de combinación dentro de las áreas					
	Difference among adjusted means		3	471.33	10.95*	
	Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₅	Total	Total	930	11.96		
	Common	Factor común	927	9.25		
	Within areas	Dentro de las áreas	924	8.96		
	Difference among regression coefficients		3	98.00	10.89*	16.33*
	Diferencia entre coeficientes de regresión					
	Pooled differences within areas		5	6.20		
	Diferencias de combinación dentro de las áreas					

¹ Using pooled differences with areas

¹ Usando diferencias combinadas dentro de las áreas

TABLE 14. Analysis of covariance of adjusted means for specific areas and characters found not different in individual comparisons of regression coefficients, Region I.

TABLA 14. Análisis de covariancia de promedios ajustados para áreas específicas y caracteres no encontrados diferentes en comparaciones individuales de coeficientes de regresión, Región I.

Areas	Character	Source of variation	d.f.	MS	F
Areas	Carácter	Causa de variación	g.l.	MC	F
A,B	Y_3	Among samples within areas Entre muestras dentro de áreas	2	21.70	
		Difference among areas Diferencia entre áreas	1	44.44	2.04
B,D	Y_4	Among samples within areas Entre muestras dentro de áreas	1	24.15	
		Difference among areas Diferencia entre áreas	1	890.96	36.89*
D,E	Y_5	Among samples within areas Entre muestras dentro de áreas	1	0.01	
		Difference among areas Diferencia entre áreas	1	0.75	75.00*

TABLE 15. Analysis of covariance among samples A-3, B-1, C-1 and D-2, Region I.

TABLA 15. Análisis de covariancia entre las muestras A-3, B-1, C-1 y D-2, Región I.

Character	Source of variation		d.f.	MS	F
Carácter	Causa de variación		g.l.	MC	F
Y ₁	Total	Total	342	9.75	
	Common	Factor común	339	6.28	
	Within samples	Entre las muestras	336	6.28	
	Difference among regression coefficients		3	6.00	0.96
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		3	401.33	63.90*
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₂	Total	Total	342	12.50	
	Common	Factor común	339	11.82	
	Within samples	Entre las muestras	336	11.47	
	Difference among regression coefficients		3	50.67	4.42*
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		3	89.33	
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₃	Total	Total	342	29.53	
	Common	Factor común	339	29.53	
	Within samples	Entre las muestras	336	29.62	
	Difference among regression coefficients		3	19.00	0.64
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		3	29.67	1.00
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₄	Total	Total	341	14.70	
	Common	Factor común	338	13.20	
	Within samples	Entre las muestras	335	13.23	
	Difference among regression coefficients		3	9.67	0.73
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		3	183.67	13.91*
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₅	Total	Total	340	8.13	
	Common	Factor común	337	6.85	
	Within samples	Entre las muestras	334	6.86	
	Difference among regression coefficients		3	6.00	0.87
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Difference among adjusted means		3	151.67	22.14*
Diferencia entre promedios ajustados					

TABLE 16. Orthogonal comparisons among samples A-3, B-1, C-1 and D-2, Region I.

TABLA 16. Comparaciones rectangulares entre las muestras A-3, B-1, C-1 y D-2, Región I .

Character	Source of variation	d.f.	SS	F
Carácter	Causa de variación	g.l.	SC	F
Y ₁	Error (common)	339	2130	
	Error (Factor común)			
	Difference among adjusted means	3	1204	
	Diferencia entre promedios ajustados			
	C ₁	1	7	1.11
Y ₂	C ₂	1	243	38.57*
	C ₃	1	964	153.01*
	Error (common)	339	4006	
	Error (Factor común)			
	Difference among adjusted means	3	268	
Y ₃	Diferencia entre promedios ajustados			
	C ₁	1	1	0.08
	C ₂	1	141	11.75*
	C ₃	1	139	11.58*
	Error (common)	339	10011	
Y ₄	Error (Factor común)			
	Difference among adjusted means	3	89	
	Diferencia entre promedios ajustados			
	C ₁	1	2	0.07
	C ₂	1	4	0.14
Y ₅	C ₃	1	88	2.98
	Error (common)	338	4460	
	Error (Factor común)			
	Difference among adjusted means	3	551	
	Diferencia entre promedios ajustados			
Y ₅	C ₁	1	89	6.85*
	C ₂	1	103	7.92*
	C ₃	1	336	25.85*
	Error (common)	337	2310	
	Error (Factor común)			
Y ₅	Difference among adjusted means	3	455	
	Diferencia entre promedios ajustados			
	C ₁	1	1	0.14
	C ₂	1	12	1.75
	C ₃	1	447	65.26*

TABLE 18. Analysis of covariance between Areas A and B, Region II.

TABLA 18. Análisis de covariancia entre las Areas A y B, Región II.

Character	Source of variation		d.f.	MS	F
Carácter	Causa de variación		g.l.	MC	F
Y ₁	Total	Total	287	11.20	
	Common	Factor común	286	9.88	
	Within areas	Entre las áreas	285	9.22	
	Difference between regression coefficients		1	0.00	.....
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Among samples within areas		3	38.87	
	Entre las muestras dentro de las áreas				
	Difference between adjusted means		1	118.87	3.05
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₂	Total	Total	287	20.02	
	Common	Factor común	286	20.08	
	Within areas	Entre las áreas	285	19.60	
	Difference between regression coefficients		1	144.00	7.35*
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
Y ₃	Total	Total	286	29.44	
	Common	Factor común	285	29.53	
	Within areas	Entre las áreas	284	29.20	
	Difference between regression coefficients		1	131.00	4.49*
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
Y ₄	Total	Total	287	32.89	
	Common	Factor común	286	32.99	
	Within areas	Entre las áreas	285	33.10	
	Difference between regression coefficients		1	2.00	0.06
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Among samples within areas		3	78.05	
	Entre las muestras dentro de las áreas				
	Difference between adjusted means		1	0.58	0.07
Diferencia entre promedios ajustados					
Y ₅	Total	Total	284	10.87	
	Common	Factor común	283	10.59	
	Within areas	Entre las áreas	282	10.62	
	Difference between regression coefficients		1	2.14	0.19
	Diferencia entre coeficientes de regresión				
	Among samples within areas		3	12.51	
	Entre las muestras dentro de las áreas				
Difference between adjusted means		1	3.90	0.31	
Diferencia entre promedios ajustados					

COMPARACION MORFOMETRICA ENTRE EL BARRILETE DEL PACIFICO CENTRAL Y EL PACIFICO ORIENTAL TROPICAL

por

Richard C. Hennemuth

INTRODUCCION

Dentro de las las investigaciones que al presente efectúa la Comisión Interamericana del Atún Tropical, uno de los importantes problemas consiste en la determinación de las afinidades raciales de los stocks de atún aleta amarilla y barrilete que se encuentran en las regiones de pesca del Pacífico Oriental Tropical. La naturaleza del problema es doble. El interés primario es la elucidación de la relación *inter-regional entre* los stocks de la región pesquera del Pacífico Oriental Tropical y los de aquéllas más hacia el oeste de dicho océano. Apenas menos importante, sin embargo, es la relación *intra-regional* de los stocks dentro de las regiones, particularmente la del Pacífico del Este. Esta última relación debe ser por lo menos parcialmente conocida, a fin de abordar con propiedad la anteriormente citada.

El conocimiento de la estructura racial es importante para muchas fases de nuestra investigación. Tanto la recolección como la interpretación de los datos concernientes a la producción de equilibrio, a la biología y ecología, serían más precisas si se relacionaran con las unidades biológicas naturales o poblaciones de que esté compuesto el stock. Las medias de carácter administrativo, cuando son necesarias para la apropiada utilización de los stocks, serán también más eficientes si se aplican individualmente a cada población.

El presente informe se refiere a una investigación sobre la estructura de la población de los stocks de barrilete que se hallan en la región de pesca del Pacífico Oriental Tropical, y sobre la relación de ésta con los stocks de otras áreas pesqueras en el Pacífico Central. El estudio está basado en el análisis de datos morfométricos tomados de muestras recolectadas en diversas áreas dentro de la región del Pacífico Este, así como en las áreas de pesca del Pacífico Central, en aguas hawaianas y alrededor de las Islas Society y Marquesas.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su sincero agradecimiento a los capitanes, propietarios y miembros de las tripulaciones de los barcos pesqueros, a cuya amable cooperación se debe la obtención de las muestras. También debe mostrar su gratitud a las personas (cuyos nombres aparecen en la Tabla 4) que recogieron muchos de los datos.

DESCRIPCION DE LAS AREAS DE MUESTREO

La región de pesca del Pacífico Oriental se extiende latitudinalmente desde Baja California (aproximadamente 28° N) hasta el Perú (aproximadamente 10°S); comprende aguas hasta varios centenares de millas mar afuera y las que rodean las Islas Revilla Gigedo, Galápagos, Clipper-ton, Cocos y Malpelo (Shimada, 1958).

Las regiones pesqueras más hacia el oeste tienen una circunscripción menos definitiva. En las Islas Hawaianas existe una pesquería de barrilete bastante intensa. En las vecindades de las Islas Society y Marquesas se ha aventurado alguna poca actividad pesquera con fines comerciales, y se ha realizado también pesca para el consumo local, así como pesca exploratoria de atún. Estas áreas se han escogido como representativas de la región pesquera del Pacífico Central, porque representan las mejores localidades para esa actividad, al presente o potencialmente, más cercanas a la región del Pacífico Oriental, y porque facilitan la obtención de datos morfométricos.

El factor delineante para la identificación de las regiones pesqueras es la discontinuidad en la distribución geográfica de la pesca, ya que hay aproximadamente una faja de 3,000 millas de océano entre las regiones oriental y central del Pacífico, en la que se captura escasamente el barrilete o no se pesca del todo. Por la pesca experimental y por el encuentro de cardúmenes se ha notado la presencia de barrilete entre las regiones comprendidas por el grado 10°S y el grado 10°N (Shomura y Murphy, 1955; Murphy y Shomura, 1955; Murphy y Ikehara, 1955; Austin, 1957, King y Doty, 1957, Iversen y Yoshida, 1956). La pesquería japonesa con palangre se ha extendido hasta cerca del grado 30°W, entre los grados 5°N y 10°N, y ha producido poco barrilete (Iversen y Yoshida, 1956 y 1957, quienes resumen datos japoneses publicados). Sin embargo, estas aguas permanecen relativamente inexploradas.

Dentro de la región del Pacífico Oriental hay también alguna localización geográfica de la pesca, en la que se distinguen ciertas zonas por una producción relativamente alta por unidad de área. Estas áreas de pesca concentrada han sido definidas previamente con propósitos de muestreo y utilizado en este trabajo (Hennemuth, 1957). La distribución geográfica de las pescas anuales que ilustran esta característica ha sido descrita por Shimada (1958).

Por considerarse conveniente, las regiones han sido identificadas con números romanos. La Región del Pacífico Oriental Tropical ha sido denominada Región I. Las áreas dentro de las regiones de pesca en las que las muestras fueron recolectadas, se han identificado con letras mayúsculas (ver Figura 1).

METODOS DE ANALISIS

La mayor parte de las comparaciones se han hecho por análisis

estándar de covariancia, y la anotación sigue, en general, a la de Snedecor (1956). Las desviaciones de la anotación estándar son aclaradas en el texto, cuando se considera necesario. La significación de todas las pruebas ha sido juzgada a un nivel del 5 por ciento de probabilidad (para error del Tipo I), y se hace notar por medio de asteriscos en todas las tablas.

Las regresiones lineares se han empleado en relacionar la longitud total (variable independiente, X) con las diversas medidas longitudinales del cuerpo y las aletas (variables dependientes, Y). Los diagramas de las mediciones de cada muestra, después de ajustarlos a la línea $\hat{Y}=a+bX$, se han revisado para observar cualquier desviación de la linearidad; no se ha observado ninguna en ningún caso. Para verificar la linearidad observada, se han hecho pruebas de significación con las muestras hawaianas, que son las que tienen el mayor margen de tamaño. Estas pruebas (Table 3, procedimiento indicado en Ostle, 1954, pág. 154) indican que la función de regresión es en realidad como ha sido especificada.

Como el número de pescados varía muy ampliamente en cada muestra, las probabilidades que derivan de los análisis no pueden considerarse precisas. Además las desviaciones del cuadrado medio de las regresiones parecen variar en forma significativa entre las muestras en algunos casos. Sin embargo, no se ha hecho intento alguno para corregir las comparaciones en ninguno de estos casos de discrepancia, ya que no se cree que con ello los resultados pudieran alterarse en forma apreciable.

En los diversos casos en que la proporción F ha caído debajo de la unidad, los cuadrados medios han sido invertidos y se ha cotejado la significación de la resultante proporción inversa de F. En la mayoría de los casos las dos proporciones de F han resultado compatibles.

DATOS EMPLEADOS

Selección de caracteres

En un pescado pueden ser medidos muy diversos caracteres morfométricos. Pero con el objeto de facilitar la recolección y el análisis de los datos, es conveniente limitarse al menor número posible de los que se consideren más útiles, o sea, a los que pudieramos llamar los mejores caracteres. La selección de los "mejores" caracteres es asunto algo delicado, ya que no existen criterios definidos sobre los que pueda basarse el juicio. Marr y Schaefer (1949) sugieren que los caracteres deben ser seleccionados "(1) con la mira de escoger aquéllos que mejor puedan demostrar posibles diferencias, (2) tomando en consideración la facilidad de hacer mediciones (bajo las condiciones naturales del lugar en que se trabaja), y (3) aprovechando la experiencia de investigadores que previamente hayan usado dichos caracteres."

Este último era un factor limitativo, ya que las comparaciones entre regiones tenían que ser hechas con los datos del Pacífico Central previamente publicados. De acuerdo con esto, por lo menos algunas de las siguientes mediciones morfométricas tuvieron que incluirse entre los datos recolectados en el Pacífico Oriental:

- Y_1 =longitud cefálica
- Y_2 =del hocico a la inserción de la primera dorsal
- Y_3 =del hocico a la inserción de la segunda dorsal
- Y_4 =del hocico a la inserción anal
- Y_5 =longitud de la pectoral
- Y_6 =altura de la primera dorsal
- Y_7 =altura de la segunda dorsal
- Y_8 =altura del anal
- Y_9 =diámetro del iris

Los nueve caracteres fueron medidos en las primeras muestras recolectadas en el Pacífico Oriental (muestras I-A-1 y I-F-1). Lo referente a Y_6 no fué incluido en los datos del Pacífico Central, pero sí en las dos muestras del Pacífico Oriental, como complemento.

Los cuatro primeros caracteres, Y_1 a Y_4 , ofrecen facilidad para las mediciones, ya que todos pueden ser medidos rápidamente con sólo calibradores, es decir, sin necesidad de divisores.

Sin embargo, alguna consideración debe darse a la selección de aquellos caracteres que indican la mayor potencialidad en demostrar diferencias anatómicas entre poblaciones, cuando estas diferencias realmente existen. Para investigar este asunto, la media \bar{Y} , la desviación estándar de la regresión, $S_{y.x}$, y el coeficiente de variación, $C=\bar{Y}/S_{y.x}$, han sido computados en cada uno de los nueve caracteres en las dos muestras I-A-1 y I-F-1. Ambas dieron resultados similares. Las tres longitudes de las aletas, Y_6 , Y_7 e Y_8 , ilustran el coeficiente más alto de variación; las dimensiones corporales Y_1 a Y_4 , y el diámetro del ojo Y_9 , el coeficiente más bajo, siendo Y_5 un valor intermedio (Figura 2).

La variación estimada, sin embargo, puede representar la que se produce por la medición, puede reflejar la verdadera variación entre los individuos de una misma población, o puede ser una combinación de ambas. Si uno de los caracteres es variable en extremo, dentro de la población, puede ser más variable todavía entre poblaciones y, por consiguiente, indicar de modo más definitivo la estructura racial. El análisis parece indicar una variación en alto grado en las mediciones, ya que los caracteres con altos coeficientes de variación corresponden a los puntos de origen de la medición localizados en la forma más imprecisa. Hay dos excepciones. Los puntos de origen para la medición de Y_5 han sido localizados en forma relativamente precisa, y los valores C intermedios, que corresponden a este carácter, parecen indicar variaciones en la población.

En cuanto al carácter Y_0 , éste tiene puntos de referencia para la medición, localizados en forma imprecisa; y la baja variación que ofrece este carácter parece reflejar una variación también baja, entre los individuos de la misma población. Y_0 es también difícil de medir a bordo.

Cinco caracteres fueron escogidos para un subsiguiente muestreo, como resultado de las consideraciones que acabamos de hacer: Y_1 a Y_4 , por la facilidad que presentan para las mediciones y la aparentemente baja variación en las medidas; Y_5 , por la aparentemente alta variación en la población.

Problemas del muestreo

Con respecto a la organización racial de los stocks, se han hecho conjeturas sobre la base de la distribución geográfica de la pesca, cuya discontinuidad coloca a la región pesquera del Pacífico Oriental Tropical bien claramente aparte de la del Pacífico Central, e indica también, aunque con menos claridad, las áreas pesqueras dentro de la primera de dichas regiones. Es obvio que la distribución geográfica de la pesca no refleja necesariamente discontinuidad en la distribución o independencia racial de los stocks que se encuentran en las diversas áreas pesqueras así formadas. Para investigar sobre estas conjeturas, se ha recolectado una serie de muestras con el propósito de comparar los datos morfométricos; las muestras se han clasificado dentro del marco general de estas áreas, ya que representan muy bien unidades convenientes de división de posibles stocks, y definen una extensión digna de muestreo. Estas muestras significan la representación de los peces que habitan las diversas áreas. De allí, para llegar a conclusiones determinadas, las inferencias inductivas dependen de un programa efectivo de muestreo. La enorme extensión geográfica de las regiones de pesca que se estudian y las dificultades encontradas al tratar de cubrirla, hacen difícil en extremo la recolección de datos, tanto al azar como en forma sistemática. Por eso puede tropezarse con muy serias limitaciones en cuanto a deducciones sacadas del análisis de los datos. Este aspecto será tratado una vez que nos ocupemos de la descripción de la técnica del muestreo.

Método de muestreo

Las muestras que se obtuvieron de la Region I, fueron recogidas por el personal de la Comisión a bordo de barcos pesqueros comerciales que capturan el atún con caña y anzuelo. La localización de la zona en que se efectuó la recolección fué limitada generalmente a unos pocos cientos de millas cuadradas del océano. Cada muestra fué recolectada dentro de un período de tiempo no mayor de cuatro semanas. En un alto grado el éxito en la pesca determinó el registro de la localidad y del tiempo de la recolección. Las muestras fueron recogidas en su mayor parte conforme el tiempo y las circunstancias lo permitieron, resultando

que las diversas áreas quedaron representadas por muestras recogidas durante varios años y por diferentes observadores. Todos los pescados de cada muestra individual fueron medidos por un sólo observador. Cada muestra está compuesta de varias sub-muestras, cada una de las cuales fué tomada de un cardumen diferente de peces. Sólo los pescados frescos, perfectos en apariencia, fueron seleccionados para su medición y escogidos de acuerdo con su longitud total, a fin de obtener un margen de tamaños tan grande como fuese posible.

Las medidas de cada individuo componente de las muestras de la Región I aparecen en la Tabla 1 por áreas y por muestras. Estas se han numerado independiente y consecutivamente dentro de cada área (ver Figura 1).

Las muestras dentro de la Región II fueron recolectadas por miembros del personal del Servicio de Pesca y Vida Silvestre que trabajan con las "Investigaciones de la Pesquería del Océano Pacífico." La forma de recolección fué similar a la empleada en la Región I, con algunas excepciones. Cada una de las muestras del área A fué recogida en un período de varios meses y, en conjunto, dentro del área general y no en localidades específicas. La composición de las sub-muestras no puede ser determinada, pero se presume que en cada una estaban representados varios cardúmenes. Los datos de las muestras utilizadas aquí, procedentes del Area A, han sido extractados de las medidas publicadas por Dung y Royce (1953, Tabla 68). Los números asignados a cada muestra, para el objeto de este análisis, corresponden a las medidas tomadas por los diferentes observadores, según lo publicado en el informe de los precitados científicos.

Los datos de las muestras que obtuvimos previamente de la Región II, Area B, estaban constituídas por las medidas tomadas en pescados congelados después del desembarque; pero según se indica más adelante, no resultaron satisfactorios para el propósito de la comparación, y por consiguiente no fueron usados. Las cifras de las muestras del Area B empleadas en este estudio, fueron especialmente recogidas para el análisis que nos ocupa, por el personal de las "Investigaciones de la Pesquería del Océano Pacífico," ajustándose a los métodos seguidos en la Región I, y se publican en este trabajo (Tabla 2) gracias al permiso que amablemente concedió el Servicio de Pesca y Vida Silvestre.

Los detalles de la recolección de muestras en ambas regiones pueden encontrarse en la Tabla 4.

Orígenes de las variaciones dentro de las muestras

Como todas las muestras fueron recolectadas en barcos pesqueros comerciales, solamente los peces que se obtienen por la pesca comercial están representados en dichas muestras. En general esto elimina a los

peces de menos de unos 450 milímetros de longitud total, aún cuando el muestreo selectivo incluye algunos pescados más pequeños.

El procedimiento de seleccionar los pescados sobre la base de la longitud total, da como resultado muestras que se apartan de la verdadera composición de tamaños de la población. De modo que, para cualquier grupo particular de tamaño, los pescados de longitud modal tienden a quedar "submuestreados" en tanto que los otros tienden a estar "sobremuestreados." Cuando dos o más grupos de tamaño se encuentran presentes en la población, las muestras incluyen proporciones que tienden a ser numéricamente inversas a las verdaderas proporciones. Los parámetros de regresión estimados según tales muestras no están, sin embargo, desviados, entendiéndose que no hay correlación entre el crecimiento relativo y la frecuencia en que los tamaños aparecen. Martin (1949) no ha encontrado correlación entre los caracteres morfométricos y la proporción del desarrollo o del crecimiento. Este muestreo selectivo en realidad proporciona las estimaciones más eficientes de los parámetros de regresión.

El número de sub-muestras o de cardúmenes por muestra ha variado de uno a siete, habiendo diversas muestras con un número desconocido. Una comparación de cinco submuestras de la muestra I-A-1, en cuanto a los caracteres Y_1 , Y_3 e Y_5 , revela que no hay heterogeneidad entre las sub-muestras (Tabla 5). Si se supone que esto es representativo de las muestras en general, puede llegarse a la conclusión de que cada muestra está compuesta de un número de sub-muestras homogéneas.

La localización de la recolección dentro de las áreas fué determinada principalmente cuando se presentó la oportunidad de hacerlo, ya que no se han hecho esfuerzos ni para muestrear localidades particulares, ni para escogerlas al azar. No se puede apreciar la variación entre localidades dentro de las áreas con los datos que se dispone en los presentes momentos.

Orígenes de las variaciones entre muestras

Diversos orígenes de extrañas variaciones entre las muestras, aparecen incluidos en los datos y tienden a confundir el análisis de variación entre las áreas de pesca. Varios observadores han participado en la recolección y en las mediciones; la recolección se ha operado durante varios años, y algunas de las muestras de la Región II, Area B, fueron tomadas del pescado descargado en puerto, en vez de utilizar pescados frescos inmediatamente después de su captura.

Diferencias entre las medidas tomadas por varios observadores

Para estimar y probar la significación de las diferencias entre las medidas tomadas por distintos observadores, se recolectaron algunos

datos experimentales. El material adicional que se ha creído conveniente extraer de los datos sobre las muestras, aunque no ha sido expresamente recogido para los propósitos a que nos estamos refiriendo, ha sido también analizado.

1. *Datos experimentales*

Un solo experimento fué realizado; consistió en que cada uno de dos observadores midiera independientemente un mismo grupo de veinticinco barriletes. Las medidas fueron anotadas separadamente, por observador, para cada pescado. Los barriletes fueron seleccionados entre los descargados en la planta enlatadora, a efecto de obtener los que estaban en las mejores condiciones.

Las mediciones tomadas por los dos observadores en el mismo ejemplar fueron primeramente comparadas, y las diferencias medias, \bar{D} , computadas en cuanto a la longitud total y a los diversos caracteres dependientes. Las diferencias medias se apartan significativamente de cero con respecto a la longitud total y a los caracteres dependientes Y_2 , Y_4 e Y_5 (Tabla 6). Las diferencias, \bar{D} , no son observables correlativamente al tamaño del pescado, a pesar de que el margen de tamaños de 419 a 588 milímetros está algo restringido. Las diferencias, \bar{D} , alcanzan menos del dos por ciento del promedio de todos los caracteres.

La diferencia media en la longitud total, 3.08 milímetros, anda muy cerca de las diferencias encontradas en otros experimentos similares (Hennemuth, 1957). Como solamente hay un juego de estimaciones de las diferencias medias con respecto a los caracteres dependientes en las medidas tomadas por sólo dos observadores, no es posible verificar la precisión de estas estimaciones con un cotejo similar. El valor de \bar{D} en relación con Y_3 se desvía muy ampliamente de Y_2 e Y_4 , pero como los tres caracteres comprenden medidas que son por naturaleza similares en extremo, el promedio de las tres diferencias medias estimadas será usado más adelante para estos tres caracteres.

Los valores D no están en función de la longitud total, y en consecuencia no tendrían efecto alguno en el cambio de las gradientes de las correspondientes líneas de regresión. La diferencia entre los medios ajustados de cualquiera de las dos muestras a y b se expresaría

$$\hat{Y}_a - \hat{Y}_b = \bar{Y}_a - \bar{Y}_b - b_e (\bar{X}_a - \bar{X}_b),$$

en donde b_e es el coeficiente de regresión común. Los signos de las diferencias medias $(\bar{Y}_a - \bar{Y}_b)$ y $(\bar{X}_a - \bar{X}_b)$ deben ser tomados en cuenta, porque si son opuestos, producen una diferencia máxima entre los promedios ajustados, y si son los mismos, tienden a contrarestarse entre sí y a producir una mínima diferencia en dichos promedios.

Las diferencias máximas, $\hat{Y}_a - \hat{Y}_b$, que podrían producirse por las diferencias de medida, encontradas en este experimento, son 0.96, 2.93,

3.86, 3.77 y 1.95 para los caracteres Y_1 a Y_5 , respectivamente. En las comparaciones subsiguientes entre muestras de diferentes áreas, se asocia a su significación una diferencia de 1.5 milímetros y más en los promedios ajustados. Pareciera, entonces, que una diferencia significativa podría introducirse entre muestras debido a las diferencias en la técnica de la medición entre los observadores, con la posible excepción del carácter Y_1 .

2. Datos de las muestras

Hay tres áreas dentro de las cuales se recolectaron dos o más muestras en la misma localidad y durante el mismo período de tiempo, pero por diferentes observadores. En efecto, entonces, fueron medidos por diversos observadores pescados del mismo grupo pero no individualmente los mismos ejemplares.

La primera de estas áreas incluye las muestras II-A-1, II-A-3 y II-A-4, que fueron recolectadas de abril a septiembre de 1949. El análisis de estos datos (Tabla 7) proporciona diferencias significativas entre los promedios ajustados de las muestras para dos caracteres: Y_3 e Y_4 .

El segundo juego de muestras, I-E-1 y I-E-2 fué recolectado en diciembre de 1955 y enero de 1956. El análisis de estas muestras (Tabla 12) da una diferencia significativa en los promedios ajustados, pero solamente para Y_2 .

El tercer juego de muestras, I-B-1 y I-B-2, fué recogido en agosto y junio de 1956, respectivamente. Tres diferencias en los promedios ajustados Y_1 , Y_2 e Y_4 son significativas (Tabla 12). Estas muestras, si se toma en consideración la discrepancia en el tiempo de su recolección, pueden no haber sido recogidas tan cercanamente del mismo grupo de peces como en el caso de los dos juegos de muestras anteriores.

En las comparaciones en que han participado varios observadores para cada juego de muestras recogidas de una misma área, las diferencias debidas a los observadores pueden inclinarse a ser tomadas al azar. Principalmente en las comparaciones entre dos juegos de muestras medidas por dos diferentes observadores, es cuando las diferencias en las mediciones deben ser especialmente tomadas en consideración.

Efectos de la congelación

Algunos de los datos morfométricos de la Región II, que pueden haber sido usados, fueron tomados de ejemplares descargados en las plantas enlatadoras, después de haber sido congelados y almacenados a bordo de los barcos pesqueros durante diversos períodos de tiempo. Es necesario tener algún conocimiento de los efectos de las congelación, el almacenamiento y el manejo de los pescados en las mediciones morfométricas, antes de comparar las medidas de tales muestras con las

tomadas en pescados frescos. Al efecto se ha logrado alguna experiencia que permita valorizar esos fenómenos.

Cierto número de barriletes frescos fueron medidos a bordo e identificados por marcas numeradas. Los pescados se pusieron luego en los compartamientos de las bodegas de un barco pesquero y fueron sujetos al tratamiento normal de congelación y almacenaje. Fueron medidos nuevamente 109 días después, cuando se descargaron en la planta enlatadora. Las mediciones fueron hechas por el autor de este trabajo, en ambas ocasiones. Algunos de los ejemplares, sin embargo, no pudieron ser medidos al tiempo de la descarga por la pérdida de las marcas numeradas, la rotura de pedúnculos caudales y la falta de aletas pectorales.

Se computaron las estimaciones de las diferencias medias, \bar{D} , resultantes de la comparación de las dos medidas de cada uno de los cinco caracteres corporales y de la longitud total. El mayor cambio se notó en esta última, ya que las estimaciones hechas en los pescados frescos fueron, en promedio, 4.7 milímetros mayores que en los congelados. Esta diferencia se aparta de cero en una forma significativa. Las diferencias medias de los cinco caracteres corporales varían de cero a dos milímetros, siendo significativa la correspondiente a la longitud cefálica, de 1.24 milímetros (Tabla 8). No se observó que las diferencias entre las mediciones, D , estuvieran correlacionadas con el tamaño de los pescados dentro del margen correspondiente entre los 470 y los 620 milímetros.

Pareciera que la diferencia en las longitudes totales puede atribuirse, en parte, a la deformación debida al almacenaje y manipuleo que hace los pescados se doblen de diferentes maneras. Como la mayor deformación se opera en la región caudal, las otras medidas resultan menos afectadas. Sin embargo, el encogimiento debido a la congelación no debe tomarse como insignificante (ver apuntes posteriores). La significación de la diferencia media de la longitud cefálica es algo sorpresiva, ya que este carácter, por su naturaleza física, parece que podría ser el menos afectado.

Para cada uno de los caracteres fueron computados las regresiones lineares de las medidas de los pescados frescos y congelados. Se nota inmediatamente el enorme aumento de la variación en cuanto a la línea de regresión resultante de las mediciones en los pescados congelados, con excepción del carácter Y_5 (Tabla 9).

Para apreciar la significación de las diferencias observadas entre las regresiones basadas en las medidas de los pescados congelados y frescos, puede compararse su magnitud con la de las significativas diferencias encontradas en las comparaciones del área subsiguiente, entre las muestras de pescados capturados recientemente. La magnitud de estas últimas diferencias ha sido mencionada en el capítulo anterior. Las

diferencias en la estimación experimental de los promedios ajustados, parecen ser bastante grandes con respecto a los caracteres Y_2 , Y_3 e Y_4 , y pequeñas con respecto a los otros. Nuevamente pueden considerarse insignificantes las diferencias en los coeficientes de regresión, ya que los valores D no tienen relación con el tamaño de los pescados.

Como se encontró que eran pequeñas las diferencias en las medidas de los caracteres dependientes, antes y después de la congelación, la diferencia entre los promedios ajustados de cualesquiera dos muestras, a y b , pueden tomarse aproximadamente en el presente caso como b_e . $(\bar{X}_a - \bar{X}_b) = 4.7 b_e$. Otros experimentos, similares han dado diferencias de 5.3 a 8.4 milímetros entre longitud total de pescados frescos y congelados, medidos por diversos observadores (Hennemuth, 1957). Suponiendo que el promedio de estas diferencias (7.0 milímetros) representa la diferencia esperada entre las longitudes totales de pescados frescos y congelados, ninguna diferencia en los promedios ajustados, cuando se comparan las líneas de regresión entre ejemplares recién pescados y los que han sufrido congelamiento, podrá exceder a $7.0 b_e$, antes de que la significación pueda ser atribuída a las diferencias observadas.

Godsil y Greenwood (1951) han presentado datos similares sobre los efectos de la congelación en las mediciones morfométricas de atún aleta amarilla; sin embargo, los pescados fueron cuidadosamente conservados y librados del manipuleo de los procedimientos comerciales. De modo que estos datos demuestran principalmente los efectos de la congelación y no incluyen muchas variaciones debidas a deformación. Los ejemplares no fueron marcados individualmente; de allí que no fueran posibles las pruebas de significación de las comparaciones de los datos. Las diferencias medias para cada carácter y las correspondientes estadísticas de regresión lineal con respecto a los datos de Godsil, aparecen en la Tabla 10. Los resultados de estos datos dejan ver una gran diferencia promedio en cuanto a la longitud total, así como una gran diferencia promedio de Y_4 , las cuales pareciera que se apartan significativamente de cero. Entre las regresiones se nota muy pequeña diferencia en los coeficientes de regresión, pero en cambio son de un tamaño significativo las diferencias en los promedios ajustados. Una observación interesante es la insignificante diferencia entre las variaciones ($S^2_{y.x}$) alrededor de las líneas de regresión para las series de pescados frescos congelados, ya que contrasta con la anotada previamente en nuestro experimento.

De ambos juegos de datos puede sacarse la conclusión de que, al comparar las medidas tomadas en pescados frescos con las de ejemplares que han sido congelados y almacenados en barcos comerciales, las grandes diferencias resultantes en los coeficientes de regresión pueden ser indicativas de diferencias de población, pero las diferencias en los promedios ajustados tendrían que exceder una magnitud de aproximadamente $7.0 b_e$, antes de que se les puede atribuir alguna significación.

También las pruebas de significación son afectadas por el problema de la variación aumentada alrededor de la línea de regresión en cuanto a los datos que arrojan los especímenes congelados.

Como disponemos de mediciones en pescados frescos de todas las áreas y regiones, las comparaciones que comprenden datos respecto de especímenes congelados no han sido incluídas en esta investigación.

Variación entre años

La mayor parte de las comparaciones se han hecho con muestras que han sido recolectadas en diferentes años; pero aún en una población independiente pueden ocurrir cambios de un año a otro en las líneas de regresión de las muestras, debido a las diferencias en los caracteres morfométricos de las clases anuales sucesivas. Las muestras I-A-1, 2 y 3 fueron recolectadas por el autor en agosto de 1954, de 1955 y de 1956, respectivamente, y constituyen un buen material para investigar las variaciones morfométricas de un año a otro en una misma localidad.

El examen de las distribuciones de frecuencias de longitud en muestras tomadas de la pesca, nos ha llevado a la separación de grupos de tamaños que se pueden ir identificando a lo largo de años sucesivos como clases anuales individuales. Los detalles de este examen serán tratados en publicaciones posteriores de la Comisión. Las clases anuales han sido identificadas dentro de un grado de seguridad bastante aceptable. Similarmente, y con el objeto de identificar las clases anuales en las muestras de pescados en los que se han tomado medidas morfométricas, se han comparado las distribuciones de frecuencias de longitud con las de la pesca en el mismo mes de la recolección. La resultante composición, por clases anuales, de las muestras morfométricas, ha sido inferida de esta manera. Las clases anuales respectivas han sido llamadas N, N-1 y N+1, ya que el año de su origen no se conoce todavía de modo preciso.

<u>Muestra</u>	<u>Año de la recolección</u>			
I-A-1	1954	Clase anual	N	N+1
		Rango de tamaño	396-507	516-615
I-A-2	1955	Clase anual		N
		Rango de tamaño		466-634
I-A-3	1956	Clase anual	N-1	N
		Rango de tamaño	436-549	551-624

La comparación de las muestras (en total) entre los años, da como resultado diferencias en el coeficiente de regresión para los caracteres Y_2 , Y_3 e Y_4 ; en la Tabla 12 pueden apreciarse diferencias significativas en los promedios ajustados correspondientes a los caracteres restantes Y_1 e Y_5 . La comparación entre años de la misma clase anual, N, hace

notar que no hay diferencias significativas en la gradiente, pero en cambio sí las hay en los promedios ajustados correspondientes a los caracteres Y_2 , Y_3 e Y_5 . Las tres comparaciones entre dos clases anuales diferentes ($N+1$ vs. $N-1$, N vs. $N+1$, y $N-1$ vs. N) revelan diferencias significativas en la gradiente en cuanto a Y_2 , Y_3 e Y_5 (Tabla 11).

Pareciera, pues, que existen diferencias en los promedios ajustados, entre años, dentro de la misma clase anual, así como diferencias en la gradiente entre diferentes clases anuales. Estos resultados concuerdan con las conclusiones de Martin (1949), quien estudió diversas especies de truchas.

COMPARACIONES INTRA-REGIONALES

Region I

Dentro de la región de pesca del Pacífico Oriental Tropical se recolectaron muestras en seis de las doce áreas en que regularmente efectuamos pescas para el muestreo; dos de estas están representadas por muestras únicas (C y F); las restantes por dos y tres muestras (Figura I, Tabla 4).

Las muestras, dentro de cada área, fueron recogidas por diferentes observadores y/o en diferentes años. El análisis de las áreas de muestreo múltiple (A, B, D, y E) indica que existe un grado de variación muy significativo entre las muestras dentro de las áreas (Tabla 12). Los capítulos precedentes han demostrado que hay variación tanto en la medición misma como de un año a otro, dentro de las clases anuales; estas variaciones son potencialmente suficiente como para causar resultados significativos entre los promedios ajustados. La variación dentro de cada área puede ser, en un grado considerable, un reflejo de este hecho, ya que la mayoría de las variaciones entre muestras se debe a diferencias en los promedios ajustados. Las tres diferencias significativas entre los coeficientes de regresión en las muestras, todas dentro del Area A, en cuanto a los caracteres Y_2 , Y_3 e Y_4 , han sido tratadas en capítulos anteriores.

La indicación de una variación significativa entre años, dentro de las áreas, viene a constituir un elemento muy perturbador, ya que también hay discrepancias en los años de recolección entre áreas. Sin embargo, si al efectuar comparaciones entre áreas, se toma en cuenta la variación dentro de cada una de esas áreas (lo que incluye la variación entre años), pueden ser todavía objeto de interpretación las pruebas que se consideran significativas. En consecuencia, las comparaciones en cada área, tienen que restringirse a las zonas de múltiple muestreo.

Para comprobar las diferencias en los coeficientes de regresión entre áreas, las muestras de cada una fueron combinadas primeramente en el sentido de obtener una sola estimación del coeficiente de regresión

correspondiente. Las pruebas indican que hay diferencias significativas en los coeficientes de regresión entre áreas en cuanto a todos los caracteres (Tabla 13). Sin embargo, el procedimiento de combinar las muestras no se justifica en los casos en que hay diferencias significativas entre los coeficientes de regresión de las muestras, por ejemplo, el caso de tres caracteres dentro del Area A. Parece más correcto hacer la prueba mediante el uso, como cuadrado medio denominador, de la variación combinada entre los coeficientes de regresión de las muestras dentro de las áreas, en lugar de la combinado dentro de las desviaciones de las muestras, como anteriormente se dijo. Haciendo esto, la proporción de la variación en la prueba entre los coeficientes de regresión (F^1) se reduce, del nivel de significación, en tres de los cinco caracteres: Y_2 , Y_3 e Y_4 . La diferencia entre los promedios ajustados es significativa en cuanto a Y_4 (Tabla 13), de manera que los tres caracteres Y_1 , Y_4 e Y_5 , son indicativos de diferencias de significación entre áreas en cualquier caso.

Las pruebas a que se ha hecho mención indican necesariamente que por lo menos una de las áreas es diferente de las otras, pero no proporcionan un conocimiento mayor. Para hacer comparaciones individuales se emplea, con respecto a los coeficientes de regresión, una prueba modificada que tiene por base la nueva prueba de Duncan de múltiple margen. Para hacer tales pruebas, el término de variación aproximado de la diferencia entre los coeficientes de regresión de dos muestras cualesquiera se expresa:

$$S^2 = \frac{S_e^2}{k} \sum_{j=1}^k \frac{1}{\sum_i (X_{ji} - \bar{X}_j)^2}, \text{ donde}$$

$j=1, 2, \dots, k$ muestras

$i=1, 2, \dots, n$ pescado por muestra

$$S_e^2 = \frac{\sum_j \sum_i (Y_{ji} - \hat{Y}_{ji})^2}{\sum_j (n_j - 2)}$$

\hat{Y}_{ji} = valor ajustado

La fórmula anterior resulta de promediar el término de variación por la diferencia entre dos coeficientes de regresión sobre todos los posibles pares de comparación $\frac{k(k-1)}{2}$.

Estas pruebas han sido ilustradas en la Figura 3 de conformidad con lo que sugiere Duncan (1955). La distancia entre las áreas, en la figura, es proporcional a la diferencia numérica entre los coeficientes de regresión de las áreas. Ninguna pareja de valores, subrayados por la misma línea, es significativamente diferente. En general, pareciera que cada área es independiente con respecto a los coeficientes de regresión.

Region II

La región de pesca del Pacífico Central está mucho más arbitrariamente representada por dos áreas de múltiple muestreo: las islas Society-Marquesas (B) y las del Hawaii (A).

El análisis indica que las muestras dentro de cada área son homogéneas en todos los aspectos (Tabla 17). En el Area A han actuado diferentes observadores, pero en este caso, aparentemente, las técnicas de medición no han producido diferencias significativas.

Las comparaciones entre áreas sí arrojan diferencias de significación entre los coeficientes de regresión con respecto a los caracteres Y_2 e Y_3 ; los otros caracteres no muestran una variación significativa entre áreas (Tabla 18). Solamente un observador y un año aparecen comprendidos en los detalles referentes a las muestras del Area B. Ambos son diferentes de los del Area A; las diferencias encontradas entre áreas pueden ser atribuidas a las variaciones causadas por la diferencia en técnica y año, más que por la estructura de la población. Los datos de que disponemos al presente son demasiado limitados como para investigar este aspecto más ampliamente; de todos modos no es de particular interés en este trabajo.

COMPARACIONES INTER-REGIONALES

Para efectuar las comparaciones inter-regionales, las dos áreas de la Region II serán consideradas como estadísticamente independientes y comparadas con las cuatro áreas dentro de la Región I, que son también estadísticamente independientes. La independencia de estas áreas está principalmente relacionada con los valores, significativamente diferentes, de los coeficientes de regresión.

Como dentro de cada región hay un grado altamente significativo de variación entre áreas, una prueba completa de las áreas de ambas regiones daría, a todas luces, resultados que no proporcionarían una nueva información o, de darla está, sería muy raquítica. Las comparaciones individuales de los coeficientes de regresión entre las áreas de ambas regiones, efectuadas mediante la prueba de múltiple margen, como anteriormente, revelan la independencia general de todas las áreas, y también ilustran la tendencia antes mencionada, de las áreas dentro de la Región II, a mantenerse, en general, más cercanamente relacionadas que las áreas de la Región I (Figura 5). Hay, sin embargo, algunas áreas que muestran similitud entre regiones en cuanto a algunos caracteres, pero nunca en forma permanente.

Al examinar la Figura 5, se encuentra que no hay mayor diferencia entre las dos regiones que la que existe entre las áreas dentro de la Región I. Es interesante notar que los valores de los coeficientes de regresión de la Región II caen dentro del margen de valores de la

LITERATURE CITED—BIBLIOGRAFIA CITADA

- Austin, T. S.
1957 Summary, oceanography and fishery data, Marquesas Islands Area, August-September, 1956 (*Equapac*).
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.:
Fish. No. 217, 186 pp.
- Duncan, D. B.
1955 Multiple range and multiple F tests.
Biometrics, Vol. II, pp. 1-42.
- Dung, D. I. and W. F. Royce
1953 Morphometric measurements of Pacific Scombroids.
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.:
Fish. No. 95, 170 pp.
- Finney, D. J.
1946 Standard errors of yields adjusted for regression on an independent measurement.
Biometrics, Vol. 2, pp. 53-55.
- Godsil, H. C. and E. C. Greenhood
1951 A comparison of the populations of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, from the Eastern and Central Pacific.
Calif. Dept. Fish and Game, Fish. Bull., No. 82, 33 pp.
- 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*).
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 5, pp. 171-225 (English), pp. 226-243 (Spanish).
- Iversen, E. S. and H. O. Yoshida
1956 Longline fishing for tuna in the Central Equatorial Pacific, 1954. U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Spec. Sci. Rept.: Fish. No. 184, 33 pp.
1957 Longline and troll fishing for tuna in the Central Equatorial Pacific, January 1955 to February 1956.
Ibid., No. 203, 38 pp.
- King, J. E. and M. S. Doty
1957 Preliminary report on Expedition *Eastropic*.
Ibid., No. 201, 155 pp.
- Kramer, C. Y.
1956 Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications.
Biometrics, Vol. 12, pp. 307-310.