

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

Bulletin – Boletín

Vol. III, No. 8

**MORPHOMETRIC COMPARISONS AMONG YELLOWFIN TUNA,  
NEOTHUNNUS MACROPTERUS, FROM THE EASTERN  
TROPICAL PACIFIC OCEAN**

**COMPARACIONES MORFOMETRICAS DEL ATUN ALETA  
AMARILLA, NEOTHUNNUS MACROPTERUS, DEL  
OCEANO PACIFICO ORIENTAL TROPICAL**

by — por

**GORDON C. BROADHEAD**

La Jolla, California  
1959

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
SUMMARY.....	355
INTRODUCTION.....	356
METHODS.....	356
RESULTS.....	358
Head length.....	359
Second dorsal fin.....	359
Anal fin length.....	360
Pectoral fin length.....	360
DISCUSSION.....	361
—————	
FIGURE — FIGURA.....	362
—————	
TABLES — TABLAS.....	363

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
RESUMEN.....	383
INTRODUCCION.....	384
METODOS.....	385
RESULTADOS.....	386
Longitud cefálica.....	387
Segunda aleta dorsal.....	388
Longitud de la aleta anal.....	388
Longitud de la aleta pectoral.....	389
DISCUSION.....	389
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	391

**MORPHOMETRIC COMPARISONS AMONG YELLOWFIN TUNA,  
*NEOTHUNNUS MACROPTERUS*, FROM THE EASTERN  
TROPICAL PACIFIC OCEAN**

by

**Gordon C. Broadhead**

**SUMMARY**

The fishery for yellowfin tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean extends from Southern California to Northern Peru and offshore to a distance of several hundred miles. Sound management of this resource is dependent on knowledge of the relationships among stocks of the many fishing regions within this oceanic area of about one and one-quarter million square miles. Godsil (1948), Godsil and Greenhood (1951), Schaefer (1952, 1955) and Royce (1953) have previously examined the morphometry of the yellowfin tuna of the Pacific Ocean and, although these studies were helpful in delineating the major yellowfin stocks of this region, they were of limited value in examining possible sub-divisions of the population fished off the West Coast of the Americas. The importance of this problem and the increase in fishing effort, in recent years, in the new areas off Peru, suggested a re-examination of selected body measurements from fish taken in the various areas of the Eastern Tropical Pacific Ocean, including the more recently exploited grounds off Peru.

Measurements were taken of total length, head length, second dorsal fin length, anal fin length and pectoral fin length from yellowfin tuna from six major fishing areas during 1955, 1956 and 1957. Regressions of the head length and fin lengths on body length were compared among the various areas by covariance analysis. For these characters, differences among replicate samples from the same area were, in most cases, as great as those found when comparing samples from the various areas of the fishery.

Morphometric data, therefore, do not indicate the separation of the stocks of yellowfin tuna fished off the West Coast of the Americas into sub-population units. Indirect evidence from catch statistics and preliminary results of tagging suggest that sufficient mixing of the yellowfin tuna within this area may occur to prevent the genetic isolation of population components for any long period of time, and the consequent formation of definite characteristics in the body measurements of the fish in different sub-areas.

The results of this study confirm previous morphometric evidence that the stocks of yellowfin tuna in the Eastern, Central and Western Pacific areas are probably distinct from each other.

## INTRODUCTION

Morphometric measurements have been used with some success to infer population differences among stocks of yellowfin tuna, *Neothunnus macropterus*, from various areas of the Pacific Ocean. Godsil (1948) compared fish from Japan, Hawaii and the American West Coast; Godsil and Greenhood (1951) made comparisons among fish from Hawaii, Fiji, Palmyra and the American West Coast; Schaefer (1952) compared fish from Hawaii and the American West Coast and in another paper (1955) added fish from Southeast Polynesia to these comparisons. Royce (1953) summarized the available morphometric data on yellowfin tuna from the Pacific and placed the comparisons on a numerical basis by means of a coefficient of racial likeness. These workers agree that morphometric evidence indicates that the stocks of yellowfin tuna in the Eastern, Central and Western Pacific areas are probably distinct from each other. Lack of movement of marked individuals between these major areas during several years of tagging lends support to these conclusions.

Godsil (1948) examined morphometric measurements from 1911 yellowfin tuna from sub-areas within the Eastern Tropical Pacific area and concluded that the stocks within this region consisted of a single, intermingling population, with the possible exception of those fish caught off Northern Peru. His sample from the fishery in the Peru area was restricted to six fish.

Shimada and Schaefer (1956) conclude from changes in the apparent abundance and fishing effort that the amount of fishing has had a real effect upon the stocks of Eastern Tropical Pacific yellowfin tuna, *taken in the aggregate*, over the period studied. Schaefer (1958) emphasizes that the determination of the extent to which this aggregate may be divided into sub-populations is of great importance in the management of the resource. Because of the significance of the problem of stock identification, and the recent expansion of the fishery to new areas off Northern Peru since Godsil's study, it was decided to re-examine a selected series of morphometric measurements of yellowfin tuna collected throughout the range of the fishery off the American West Coast.

## METHODS

Measurements, to the nearest millimeter, of the total length, head length and lengths of the second dorsal, anal and pectoral fins were made at sea, according to the procedure described by Marr and Schaefer (1949). Some difficulty was experienced in obtaining accurate fin measurements and in two samples the second dorsal and anal fin measurements were not taken for this reason.

It has already been demonstrated by Godsil (1948) and Schaefer (1952) that repeated samples from the same area are somewhat more

different from each other than would be expected if the samples were simple random samples from a homogeneous population. In the present study the fish were selected from many schools within a region, attempting to minimize the effects, if any, of this lack of homogeneity. An effort was made to obtain fish throughout the size range taken by the fishery, but in some samples only fish of less than one meter were taken during the collecting trip.

During 1955, 1956 and 1957 eleven samples, ranging from 45 to 127 fish per sample, were measured on board commercial tuna clippers fishing throughout the Eastern Tropical Pacific Ocean and it was possible to obtain several samples from Baja California, Central America and Northern Peru. Samples number six from Northern Peru, eight from the Mexican Coast, nine from Central America and eleven from Panama were measured by Mr. Bane and sample ten, from Central America, was taken by Mr. Hennemuth. The remaining samples were measured by the author. Figure 1 gives the general location of each sampling area. The individual measurements for each sample are given in Tables 1 through 11, the table number corresponding to the sample number in each case, and the body dimensions being designated as follows:

- X—body length
- $Y_1$ —head length
- $Y_2$ —second dorsal fin length
- $Y_3$ —anal fin length
- $Y_4$ —pectoral fin length

The various parts of the yellowfin tuna body grow at different rates so that the ratio of one dimension to another is not constant. For this reason, yellowfin tuna morphometric data have been plotted as a regression of the measurement being studied (dependent variable Y) against the total length of the fish (independent variable X). The best fit for the regression line over the range of total lengths is not in all cases a straight line. This was resolved by Godsil (1948) who employed a slightly curvilinear relationship of the form,  $Y = a + bX + \frac{c}{X}$ . Schaefer and Royce in their studies used logarithmic transformations, for some dimensions, to obtain approximately linear regressions. They found it necessary in some cases, to restrict the calculations to a central portion of the range of fish lengths to avoid some curvilinearity at the extremes of body length. Schaefer (1952) cautions that the relationship employed, linear or otherwise, is only an approximation and does not completely eliminate the effect of the size of the organism on the character being studied. He notes also that the regression which over a considerable range may be represented by a particular equation may not be representative when the range is extended.

Scatter diagrams of each body dimension were plotted separately against total length of the fish. For the ranges in body length that were obtained in the 11 samples in this study, the linear relation  $Y = a + bX$  appears to be satisfactory for the total length-head length relationship. For the relationship between the total length and the length of the second dorsal fin, and between the total length and the length of the anal fin the logarithmic transformation,  $\log Y = a + b \log X$  appears the most satisfactory transformation to achieve linearity. For the relationship between the total length and the length of the pectoral fin the transformation  $Y = a + b \log X$  appears best.

Comparisons are made by analysis of covariance with the significance of all tests judged at the 5 per cent level of probability.

### RESULTS

As the 11 samples taken during the study were measured by three persons, there is some question as to the amount of variation among samples that can be attributed to this source. Fortunately, it was possible to obtain three samples from Northern Peru measured by the author and another by Mr. Bane. The regressions of head length on body length and pectoral fin length on logarithm of body length were compared, in Table 12, by covariance analysis, to obtain:

- a. the variation among the three samples by the author.
- b. the variation between these samples pooled and the sample by Mr. Bane.

The variation among the three samples (numbers 4, 5 and 7) taken by the author is greater for both head length and pectoral fin length than would be expected among samples drawn from a single homogeneous population. When the pooled samples by the author are compared for the same two characters with the sample by Mr. Bane, it is again found that the difference is greater than would be expected if both sets had been drawn from a single homogeneous population. However, the "F" values of 3.39 at two and four degrees of freedom for the head lengths and 2.38 at two and four degrees of freedom for the pectoral fin lengths indicate that the difference between measurers is not significant when the variation among samples by the same measurer is used as the standard of comparison. The samples from each area have, therefore, been combined to estimate the relationships between the head length and body length, logarithm of the second dorsal fin lengths and logarithm of body length, logarithm of the anal fin length and logarithm of the body length, and the pectoral fin length and the logarithm of the body length, for each of the six areas of the Eastern Tropical Pacific. The regression statistics for each of the 11 samples and the pooled regressions for each of the six areas are given in Tables 13, 14, 15 and 16.

### Head length

The comparison in Table 17, by covariance analysis, of the linear regression of head length on body length among the six areas gives a significant "F" value of 4.53 at 10 and 869 degrees of freedom. In the same table replicate samples from Northern Peru, Central America and Baja California were compared in a similar manner, and the "F" values for the first two areas suggest a lack of homogeneity among samples taken within the same area. The collation, from Table 17, of the mean square among the six areas of the Eastern Tropical Pacific (60.30) with the mean square among four samples from Northern Peru (96.50), between the two samples from Central America (110.00) and between the two samples from Baja California (14.00) indicates that the variation in head length among samples from the same area is as great as the variation among head lengths of yellowfin tuna from the six areas of the Eastern Tropical Pacific. In contrast Schaefer (1952) compared, by similar covariance analysis, the head lengths of yellowfin tuna from Hawaii with those from the American West Coast collected by Godsil (1948) and obtained the highly significant between regions mean square of 20,611.

The small differences in head length among the areas of the Eastern Tropical Pacific suggest that mixing of yellowfin tuna may occur throughout the area, precluding the identification of sub-populations, if they exist, by differences in this body dimension.

### Second dorsal fin

The comparison in Table 18, by covariance analysis, of the linear regression of the logarithm of the second dorsal fin length on the logarithm of the body length among the six areas of the Eastern Tropical Pacific results in a significant "F" value of 8.72 at 10 and 680 degrees of freedom. In the same table replicate samples from Northern Peru and Central America were treated in a similar manner, and the "F" values suggest a lack of homogeneity among samples taken within the same area. The examination, from Table 18, of the mean square among the six areas of the Eastern Tropical Pacific (.00540), that among the Northern Peru samples (.01205) and that between the Central American samples (.01155) indicates that the variation in second dorsal fin length among samples from the same area is as great as the variation among second dorsal fin length of yellowfin tuna from the six areas of the Eastern Tropical Pacific.

The small differences in second dorsal fin length among the areas of the Eastern Tropical Pacific suggest that, as in the case of the head length, examination of this dimension will not permit recognition of any sub-populations within the area fished by the American fleet.

**Anal fin length**

The comparison in Table 19, by covariance analysis, of the linear regression of the logarithm of the anal fin length on the logarithm of the body length of yellowfin tuna among the six areas of the Eastern Tropical Pacific results in a significant "F" value of 6.78 at 10 and 678 degrees of freedom. Similar treatment of replicate samples from Northern Peru and from Central America suggest a lack of homogeneity among samples taken from the same area. The collation, in Table 19, of the mean square among the six areas of the Eastern Tropical Pacific (.00475), that among the Northern Peru samples (.007775) and that between the Central American samples (.00520) indicates that the variation in anal fin length among samples from the same area is as great as the variation among anal fin lengths of yellowfin tuna from the six areas studied.

The small differences in anal fin length among the areas of the Eastern Tropical Pacific indicate that, as in the case of the head length and the second dorsal fin length, examination of this third character will not permit the identification of any sub-population that might exist in the Eastern Tropical Pacific.

**Pectoral fin length**

The comparison in Table 20, by covariance analysis, of the linear regression of the pectoral fin length on the logarithm of the body length of yellowfin tuna among the six areas of the Eastern Tropical Pacific results in a significant "F" value of 8.05 at 10 and 857 degrees of freedom. In the same table, replicate samples from Northern Peru, Central America and Baja California were compared in a like manner, and the "F" values for the first two areas suggest a lack of homogeneity among samples taken within the same area. The examination, from Table 20, of the mean square among the six areas (480.10) and the mean square among the four samples from Northern Peru (453.00), between the two samples from Central America (226.50) and the two samples from Baja California (40.50) indicates that the variation in pectoral fin length among samples from the same area is as great as the variation among pectoral fin length of yellowfin tuna from the six areas of the Eastern Tropical Pacific. In contrast, the comparison of the pectoral fin lengths of yellowfin tuna from Hawaii (Schaefer, 1952) with those of the fish taken in the present study resulted in the highly significant mean square of 36,729.

The small differences in pectoral fin length among the areas of the Eastern Tropical Pacific suggest that mixing of yellowfin tuna may occur throughout the area, precluding the identification, if they exist, of sub-populations by differences in this character.

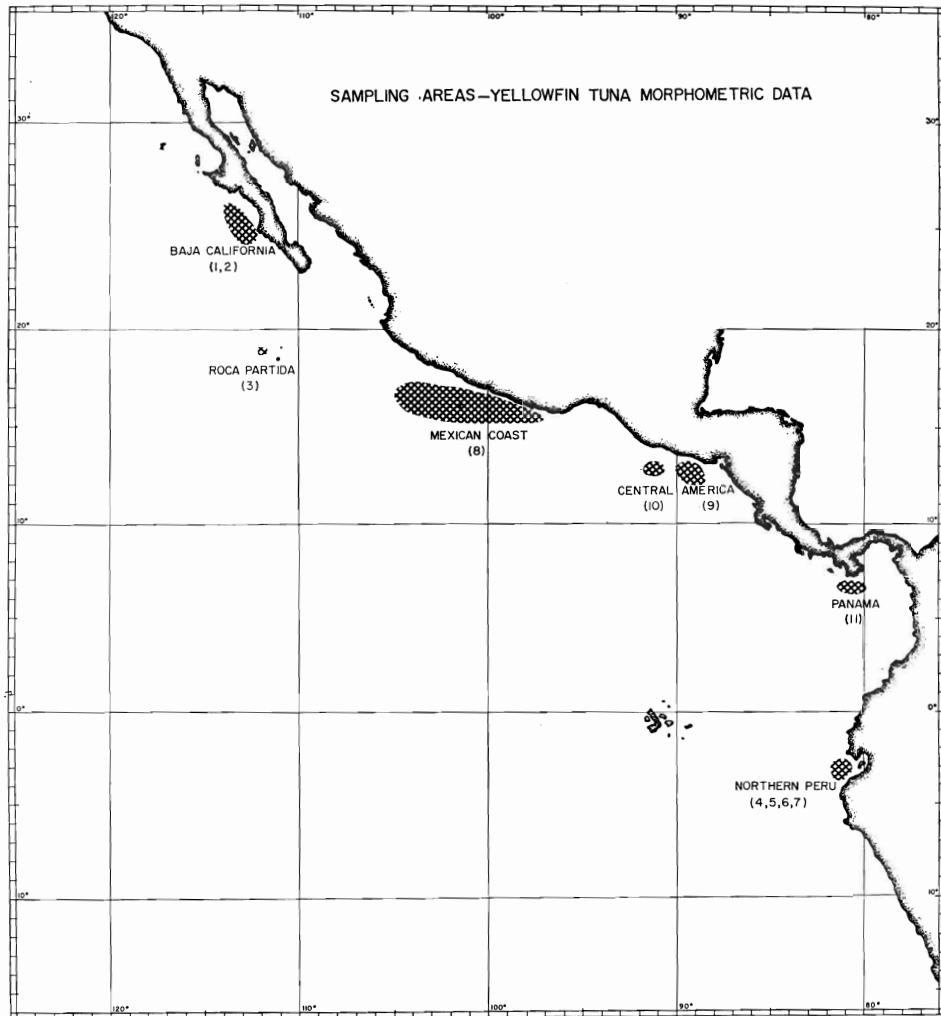


### DISCUSSION

Differences in the head lengths and the lengths of the second dorsal, anal and pectoral fins of yellowfin tuna exist among the areas sampled throughout the fishery on the American West Coast. It appears, however, that these differences do not indicate population sub-divisions because, for the four characters studied, differences among repeated samples from the same area, in most cases, were as great as those found when comparing the samples from different areas of the fishery. The duplicate samples from Baja California were similar for the two dimensions studied. There is a suggestion, therefore, that the yellowfin tuna from the inshore areas at the northern range of the fishery may comprise a more nearly homogeneous group than members of this species in the other areas.

The movements of tagged yellowfin tuna recovered during 1956 and 1957, as shown by Schaefer (1958), indicate that some movement between the adjacent fishing areas is occurring. The geographic distribution of yellowfin tuna catches by quarters of the year throughout the region, as shown by Alverson (1959), depict a continuous band of yellowfin tuna catches from Baja California to Central America during all quarters of the year. It is possible that sufficient mixing between sub-areas, over a period of years, has occurred to prevent genetic isolation and the consequent formation of measurable differences in the body dimensions of the fish.

The linear regression of the head length on the body length of yellowfin tuna for the 11 samples in the present study closely approximates the linear regressions for the same two dimensions in Godsil's 12 samples from the same region. There is confirmation also of the general conclusions of earlier workers that differences in the morphometry of the yellowfin tuna from the Eastern, Central and Western Pacific are many times greater than the observed differences among areas within the Eastern Tropical Pacific.



**FIGURE 1.** The shaded areas throughout the Eastern Tropical Pacific indicate the locations where samples of yellowfin tuna morphometric measurements were obtained. Sample numbers are shown in parentheses.

**FIGURA 1.** Las áreas sombreadas que aparecen en este mapa del Pacífico Oriental Tropical indican las localidades en que fueron obtenidas muestras de atún aleta amarilla, a cuyas medidas morfométricas se refiere este trabajo. Los números de las muestras aparecen entre paréntesis.

TABLE 1. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Baja California, October and November, 1956.

TABLA 1. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla de Baja California, octubre y noviembre de 1956.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
518	151	55	51	132	626	182	73	68	168
519	155	54	52	140	628	180	76	70	164
522	155	58	53	146	631	183	80	76	171
527	153	59	54	136	638	181	72	72	174
537	158	63	58	150	646	189	77	74	173
537	158	61	54	140	647	184	66	61	171
540	160	60	56	148	658	191	84	....	186
542	159	60	58	140	661	190	82	79	186
544	162	65	59	158	666	188	79	75	188
549	161	64	61	149	667	193	80	80	192
551	157	60	52	144	667	195	77	74	180
556	160	59	57	148	669	194	82	78	180
563	163	68	64	154	673	194	81	76	182
565	164	61	58	149	687	199	80	80	181
567	168	66	65	155	688	199	82	81	196
569	170	65	61	149	689	195	80	....	198
574	166	64	62	159	690	200	83	76	190
575	167	65	62	148	694	196	88	83	198
578	167	68	61	157	699	195	82	80	183
578	168	69	64	158	705	206	91	91	207
579	167	64	60	156	713	202	87	88	196
581	171	68	66	162	714	207	92	89	196
584	168	67	62	165	725	212	90	86	195
585	170	68	65	161	728	203	93	89	208
586	176	63	64	161	734	208	96	97	203
586	169	67	66	160	791	225	109	107	213
586	167	63	58	151	799	229	108	113	227
588	172	70	64	156	799	226	104	105	218
592	174	68	65	163	808	217	108	106	214
592	172	71	64	162	809	232	113	119	218
596	173	68	66	159	819	227	115	115	232
596	177	69	63	165	820	230	109	108	222
597	172	69	67	155	859	239	108	106	208
602	178	74	69	....	896	243	126	123	247
602	176	70	66	164	900	251	124	123	233
605	173	69	60	162	902	245	138	128	242
605	175	67	63	161	982	273	158	146	256
608	177	68	67	171	1048	280	179	186	270
610	173	72	63	158	1059	279	153	158	270
615	176	70	67	170	1078	286	151	145	272
616	178	71	68	175	1101	300	177	195	298
617	182	68	65	166	1136	300	185	178	266

No.	84	84	82	84
$\Sigma X$	56,688	236.9490	231.2926	236.9490
$\Sigma X^2$	39,979,768	668.9604	652.9628	668.9604
$\Sigma Y$	16,187	160.0086	164.6265	15,251
$\Sigma Y^2$	3,222,094	306.0950	293.1072	2,882,057
$\Sigma XY$	11,343,253	452.2052	437.0651	43,267.6389

TABLE 2. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Baja California, September 1957.

TABLA 2. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla de Baja California, septiembre de 1957.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>
488	146	129	574	166	150
500	148	129	580	169	152
510	157	146	596	180	154
513	151	134	600	177	157
516	153	137	600	173	158
516	156	146	607	177	158
524	158	136	608	181	172
525	157	142	609	179	160
525	156	136	612	180	152
526	157	136	615	181	162
528	158	147	616	182	167
530	166	146	618	184	171
537	159	141	620	179	169
541	160	154	620	181	163
542	156	145	621	180	168
545	161	144	622	182	163
548	162	140	634	182	166
548	163	154	635	184	171
554	160	147	669	193	181
554	162	147	716	208	195
554	165	149	777	218	213
555	165	145	778	218	201
556	166	145	857	238	223
558	162	152	860	241	241
569	167	151	891	241	235
572	171	160	912	250	247
573	171	154			

	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>
No.	53	53
Σ X	31,954	147.0839
Σ X <sup>2</sup>	19,786,750	408.4010
Σ Y	9,337	8,541
Σ Y <sup>2</sup>	1,676,169	1,415,459
Σ XY	5,756,336	23,793.0961

TABLE 3. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Roca Partida during June 1956.

TABLA 3. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla de Roca Partida, tomadas durante junio de 1956.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	
508	151	54	50	140	836	235	110	105	206	
512	151	52	50	130	837	238	110	104	231	
524	154	53	52	139	837	236	114	116	217	
524	154	58	54	140	840	234	124	120	238	
551	160	56	52	142	845	236	118	.....	240	
563	163	61	60	150	846	238	109	121	247	
568	165	70	62	157	846	236	119	.....	235	
573	169	60	62	150	847	240	112	123	235	
573	167	63	61	158	847	241	110	117	230	
581	173	72	67	161	849	239	118	117	228	
591	173	67	67	164	853	239	113	117	222	
600	174	73	63	160	860	242	121	124	234	
604	173	63	57	151	861	238	124	122	228	
605	178	73	67	172	863	231	118	116	228	
606	180	75	72	166	864	241	120	117	242	
624	183	70	66	161	865	238	124	126	228	
633	184	70	68	174	865	238	126	122	226	
643	186	81	.....	176	867	245	121	123	235	
647	187	75	74	172	871	249	128	114	228	
653	192	80	74	176	871	245	131	131	226	
659	186	77	76	180	873	242	120	129	239	
660	188	83	.....	177	879	249	.....	131	230	
664	196	78	76	177	881	248	127	129	246	
668	194	78	77	177	882	250	123	124	240	
668	194	77	77	175	882	246	130	131	249	
679	190	80	74	180	886	244	117	114	240	
682	196	87	82	189	886	249	125	128	242	
688	199	84	79	177	888	249	141	135	251	
689	196	85	88	189	889	252	120	123	257	
691	200	81	82	182	890	250	149	153	256	
703	200	89	88	194	891	248	122	121	249	
703	199	86	84	193	894	250	123	118	236	
709	203	87	82	201	896	256	128	127	238	
719	208	90	94	194	897	252	140	131	235	
721	204	91	91	193	895	254	137	127	245	
724	207	88	93	193	896	245	139	137	240	
728	207	90	89	193	897	250	130	132	240	
729	208	94	90	202	898	245	119	119	204	
730	207	96	91	200	903	247	127	126	243	
737	212	97	94	201	904	250	123	122	250	
741	204	91	86	200	906	252	131	131	237	
761	212	98	98	199	908	255	127	121	230	
770	215	93	93	201	911	251	137	134	245	
768	219	95	96	210	912	253	156	140	260	
769	220	95	93	208	915	253	134	135	245	
778	224	104	98	221	916	250	130	136	241	
786	225	100	95	217	920	252	131	132	243	
808	232	116	112	230	922	256	141	142	262	
812	232	115	112	224	936	253	140	136	261	
813	231	114	109	238	937	259	140	157	240	
814	224	105	110	223	955	260	142	147	253	
817	226	116	109	226	960	267	136	148	254	
818	234	101	100	224	978	267	150	151	274	
820	232	110	104	211	986	266	167	160	265	
826	230	107	115	223	997	274	152	156	267	
829	230	111	107	213	1234	342	240	305	318	
829	234	112	116	234						
No.		113			112			109		112
$\Sigma X$		89,363			323.8343			315.2963		323.8250
$\Sigma X^2$		72,574,629			936.9605			912.6557		936.9057
$\Sigma Y$		25,200			225.4457			218.9789		23,933
$\Sigma Y^2$		5,742,416			455.4915			441.8946		5,258,913
$\Sigma XY$		20,409,833			652.8655			634.5104		69,493.1409

TABLE 4. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Northern Peru, December 1955.

TABLA 4. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla del norte de Perú, diciembre de 1955.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
499	146	....	....	138	724	206	87	85	197
506	147	....	50	135	757	216	94	92	200
510	145	....	....	134	762	213	101	101	207
513	150	51	....	133	790	226	97	94	205
517	149	57	56	137	823	230	110	113	222
521	151	....	....	129	833	231	115	113	219
538	161	60	55	156	836	236	114	115	213
541	160	53	50	143	839	234	117	120	235
548	160	62	62	141	848	241	124	124	236
552	162	55	54	144	860	240	121	.....	231
557	165	53	55	143	861	242	118	119	231
559	164	65	61	161	864	244	130	130	232
560	168	63	60	149	870	247	138	141	254
561	165	53	55	141	873	244	104	119	222
562	168	68	66	160	875	252	106	112	221
564	170	65	59	161	876	249	119	123	233
565	170	67	62	134	876	242	106	113	211
565	162	65	62	166	877	249	120	116	232
567	164	56	....	153	880	242	115	110	220
569	168	69	65	158	881	247	136	131	236
571	169	58	52	156	888	249	129	130	236
577	172	68	67	161	890	252	132	132	.....
578	166	54	52	145	894	254	129	.....	238
578	172	69	66	163	894	248	131	132	243
579	166	....	59	149	900	252	131	130	242
584	171	63	60	152	901	254	135	135	246
586	176	66	63	161	905	250	121	130	239
586	176	69	66	172	906	253	133	135	251
587	175	72	66	162	912	249	128	123	240
587	172	75	71	172	924	256	132	136	245
588	176	62	59	148	928	255	144	139	246
591	176	62	55	150	931	253	129	123	236
595	177	60	60	145	939	270	140	130	239
601	178	....	....	154	940	262	138	147	244
601	177	67	61	155	949	264	134	130	234
601	177	71	70	162	955	265	146	142	256
601	184	67	66	167	964	260	156	152	256
603	177	71	65	159	977	272	153	150	235
605	175	63	65	154	978	266	143	146	262
612	179	79	71	166	991	271	166	160	267
613	180	76	74	170	1008	268	142	144	250
701	209	87	85	194	1052	279	154	168	272

No.	84	78	76	83
$\Sigma X$	61,430	223.2332	217.3507	236.6522
$\Sigma X^2$	47,306,396	639.6356	622.3330	675.5966
$\Sigma Y$	17,508	153.1531	148.3721	16,067
$\Sigma Y^2$	3,799,328	302.6250	291.7439	3,268,155
$\Sigma XY$	13,399,512	439.4877	425.5456	46,169.3943

TABLE 5. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Northern Peru, January 1956.

TABLA 5. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla del norte de Perú, enero de 1956.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
484	143	....	....	127	689	203	83	85	198
486	145	....	....	132	692	200	88	87	188
502	147	58	51	133	697	204	95	88	185
506	154	54	53	141	700	202	90	95	191
506	150	....	....	140	701	209	91	85	199
512	149	63	58	144	702	199	89	81	185
524	157	60	53	141	702	204	95	90	192
530	158	62	60	150	703	200	95	92	199
533	158	56	57	138	709	200	96	97	199
533	155	60	54	140	717	206	97	90	213
541	159	65	....	154	718	213	101	103	202
556	164	63	57	150	722	205	93	97	200
574	165	70	63	161	725	207	97	99	201
577	169	69	64	166	726	212	....	102	209
585	176	71	72	167	726	205	102	94	211
586	175	69	65	168	737	218	109	101	202
592	177	72	69	168	738	217	100	....	203
593	....	72	68	162	740	209	96	99	201
594	177	....	69	165	742	211	97	101	206
595	178	78	77	176	744	210	105	97	202
598	178	73	67	164	750	214	107	98	201
599	180	75	75	184	750	215	97	100	209
600	175	69	67	165	757	213	105	102	201
601	175	70	67	165	762	215	103	....	211
607	177	....	70	165	765	214	99	100	208
612	178	77	72	168	771	220	100	100	213
617	185	76	72	169	782	218	111	105	224
618	185	76	77	184	784	221	107	104	206
626	187	76	72	173	798	227	120	121	232
626	181	78	75	176	813	231	111	113	210
637	191	76	75	177	863	240	121	124	221
637	190	81	75	175	907	245	138	146	244
640	188	79	77	182	907	250	135	143	249
644	187	77	80	183	919	252	145	152	250
650	194	91	84	179	928	256	145	150	252
652	192	78	78	178	934	263	139	135	253
652	185	76	74	176	935	261	138	138	256
660	195	86	81	177	960	262	131	137	259
661	192	83	80	182	972	261	152	158	275
667	194	85	79	175	995	268	153	164	275
668	197	86	82	185	997	274	148	151	283
672	197	94	94	186	999	274	156	151	267
677	196	85	80	190	1003	271	147	150	262
685	200	82	87	191					

No.	86	81	81	87
$\Sigma X$	60,003	230.1972	230.1318	246.6907
$\Sigma X^2$	43,358,425	654.6842	654.3068	700.0478
$\Sigma Y$	17,254	158.5060	157.5657	16,719
$\Sigma Y^2$	3,551,508	311.2255	307.7828	3,322,709
$\Sigma XY$	12,402,635	451.1630	448.4305	47,648.4872

**TABLE 6. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Northern Peru, January 1957.**

**TABLA 6. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla del norte de Perú, enero de 1957.**

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>
515	152	139	713	205	193
517	152	134	713	201	200
542	156	146	715	207	200
543	154	146	716	200	202
552	158	152	717	203	188
592	171	168	718	202	194
597	173	160	718	203	193
600	172	167	719	207	205
639	183	159	722	211	196
645	181	182	725	210	197
654	186	172	726	209	200
656	192	188	723	210	199
662	189	185	726	200	217
679	199	185	727	212	208
684	195	183	727	206	160
688	199	187	729	211	195
690	200	183	731	207	205
693	202	189	733	206	204
694	202	192	736	207	192
695	202	190	736	211	209
699	199	194	743	215	216
700	201	199	743	207	192
702	201	207	747	216	206
702	202	201	752	216	217
704	197	193	759	212	203
705	203	193	761	217	222
706	198	200	762	214	210
706	202	182	762	217	212
707	201	197	763	217	204
707	202	196	766	220	215
708	198	203	769	219	217
709	202	190	773	216	221
709	203	197	777	219	211
709	202	192	785	226	223
709	199	193	785	216	223
710	206	203	793	223	224
711	200	188	794	223	207
712	206	195	807	231	226
713	199	198	817	234	227
	Y <sub>1</sub>	Y <sub>4</sub>			
No.	78	77			
Σ X	55,093	219,2169			
Σ X <sup>2</sup>	39,213,105	624,2352			
Σ Y	15,725	15,000			
Σ Y <sup>2</sup>	3,192,563	2,951,762			
Σ XY	11,187,605	42,763.4506			



TABLE 7. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Northern Peru, January 1957.

TABLA 7. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla del norte de Perú, enero de 1957.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
512	148	57	51	136	663	189	82	....	181
539	154	60	56	148	666	193	88	83	188
540	155	59	57	142	666	191	82	80	172
570	166	....	64	158	672	192	90	92	196
576	161	60	59	175	676	190	79	78	184
580	167	68	62	158	676	192	88	....	180
582	170	69	60	174	680	193	91	89	200
598	173	72	72	171	685	197	88	82	195
600	175	75	72	175	685	198	86	83	....
600	173	70	70	169	698	200	91	86	192
600	173	73	73	170	700	197	89	84	189
605	176	80	76	181	706	207	96	92	203
612	175	73	70	176	723	198	96	96	206
613	181	83	73	165	737	205	108	103	213
614	172	72	70	173	741	204	98	....	201
614	180	....	80	181	745	210	108	104	209
615	174	75	66	176	720	205	95	90	196
616	180	79	75	171	746	211	103	95	219
617	178	72	68	166	763	213	....	118	207
618	178	75	71	173	771	216	111	106	221
620	174	82	75	166	779	217	115	107	216
623	181	79	74	161	783	221	110	106	216
625	186	81	77	183	785	220	....	107	220
625	179	78	74	165	791	214	108	112	216
628	181	....	....	183	800	227	119	123	236
628	178	87	74	180	802	220	110	104	221
628	179	76	70	166	821	230	123	114	232
630	184	81	72	164	827	228	....	130	228
631	183	85	78	....	835	225	129	120	230
631	183	....	70	163	841	232	128	132	240
632	183	78	72	179	843	232	....	....	232
632	181	81	71	185	858	243	125	121	223
635	188	82	78	200	870	237	123	125	236
640	181	85	80	188	876	240	141	153	251
641	191	88	79	185	900	248	128	131	236
644	183	80	78	177	903	248	131	129	236
646	188	86	76	186	920	249	....	144	260
648	184	84	85	182	957	258	145	141	....
650	....	85	81	186	962	258	153	148	272
651	186	76	72	160	964	264	....	153	273
652	183	85	80	179	981	270	172	160	280
655	186	88	....	186	1011	295	185	186	292
660	186	90	84	191	1067	286	189	....	285
660	187	85	86	187	1112	297	180	182	283
660	191	77	82	179					

No.	88	79	82	86
$\Sigma X$	62,553	224.5091	233.1304	244.6032
$\Sigma X^2$	45,864,441	638.4215	663.2147	696.1428
$\Sigma Y$	17,685	155.1932	159.7558	16,985
$\Sigma Y^2$	3,641,667	305.8963	312.4904	3,454,463
$\Sigma XY$	12,918,658	441.6745	454.9557	48,511.5778

TABLE 8. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from the Mexican Coast, March and April, 1956.

TABLA 8. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla de la costa mexicana, marzo y abril de 1956.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
434	127	....	....	117	785	218	102	102	220
443	131	....	....	115	786	224	101	102	212
445	131	....	....	109	787	217	104	101	228
448	131	....	....	109	787	221	102	100	216
490	143	....	....	124	789	220	100	97	216
537	151	53	51	146	791	220	94	105	221
569	165	61	57	159	794	221	102	102	....
577	166	69	66	184	795	225	114	107	218
591	....	....	68	164	795	229	113	113	....
593	171	65	64	173	796	226	108	107	219
594	169	67	66	161	796	225	100	112	220
599	170	69	70	180	799	226	118	108	225
610	176	69	67	163	800	225	108	108	213
616	173	71	68	168	800	227	118	110	230
626	180	75	70	189	800	228	105	108	215
628	180	71	68	170	802	226	109	109	239
632	176	70	65	172	803	218	100	101	226
636	183	80	75	187	803	227	104	100	217
639	181	74	72	178	804	224	105	106	217
642	186	76	74	184	807	220	113	108	239
664	....	84	78	182	808	230	115	114	230
670	....	90	87	196	810	225	105	106	220
688	197	91	82	....	812	228	122	124	233
711	201	95	88	203	813	226	111	104	233
715	203	90	93	214	816	230	111	117	220
716	206	....	....	207	820	225	110	121	227
718	201	87	84	194	820	231	114	122	236
723	202	100	98	206	821	230	117	109	214
724	207	90	86	214	825	234	108	100	231
725	208	100	99	197	825	233	111	112	237
726	206	91	87	216	826	233	109	110	229
726	203	91	92	212	831	236	116	116	237
727	208	90	92	207	832	232	108	115	235
728	212	98	99	220	835	233	121	122	225
728	208	92	92	207	836	232	104	104	229
733	205	97	92	208	836	222	114	113	231
735	204	100	95	206	842	230	108	106	234
737	209	94	86	210	842	231	121	128	242
738	207	96	92	202	843	238	110	113	241
740	202	91	86	204	844	235	115	118	....
744	213	100	97	....	846	239	107	107	231
750	213	94	90	210	846	235	120	121	243
751	217	109	109	217	848	244	125	123	229
753	208	102	98	211	853	236	123	122	240
755	214	98	97	205	855	242	128	125	239
756	220	101	91	207	857	241	126	124	231
761	213	104	99	214	858	242	121	121	243
761	211	96	104	221	861	239	111	120	233
767	220	104	102	227	862	236	134	130	243
770	214	104	102	213	864	237	122	125	244
770	218	107	108	224	867	242	119	118	232
771	217	98	105	214	873	238	117	124	235
773	222	114	116	232	878	241	131	131	240
773	212	101	102	205	887	237	....	136	244
774	221	106	102	210	891	241	....	....	256
774	221	....	....	207	911	244	....	127	259
777	212	117	118	....	912	250	137	142	255
778	223	102	97	215	929	246	....	....	273
779	220	96	96	215	933	247	137	140	242
779	224	107	104	230	957	267	142	146	254
780	219	103	104	220	965	270	....	....	254
782	225	115	109	217	992	276	....	....	252
784	226	115	112	223	995	269	....	158	262
785	224	106	100	216	1003	269	153	160	267
785	225	116	115	224	1033	281	....	....	276

No.	127	115	118	124
$\Sigma X$	98,063	331.9077	340.5867	357.1930
$\Sigma X^2$	77,256,577	958.2165	983.3470	1,029.5392
$\Sigma Y$	27,521	231.0197	236.5265	26,581
$\Sigma Y^2$	6,065,375	464.8440	475.0662	5,819,815
$\Sigma XY$	21,641,736	667.1997	683.2127	76,834.7879

TABLE 9. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Central America, March and April, 1957.

TABLA 9. Medidas morfométricas, en milímetros, en atunes aleta amarilla de la América Central, marzo y abril de 1957.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
485	168	67	64	.....
545	158	64	58	162
593	169	71	65	168
608	172	71	67	176
631	182	84	72	.....
631	180	75	70	182
632	180	76	70	180
633	184	80	73	188
649	184	74	71	187
653	184	78	73	.....
664	191	81	74	195
671	192	78	73	186
672	173	71	65	169
675	194	84	82	197
676	193	79	77	186
678	194	80	78	198
681	196	85	81	202
684	197	90	84	206
684	192	85	87	198
691	197	84	84	197
692	196	87	84	195
694	203	82	90	207
700	194	85	83	175
703	199	88	89	197
706	202	94	90	214
706	204	95	86	.....
707	202	99	98	204
708	199	89	84	197
714	204	90	87	198
718	207	91	93	209
724	206	91	92	224
725	204	91	91	214
730	202	90	92	204
737	204	90	91	205
750	214	101	95	216
753	210	97	91	212
754	215	101	99	207
771	216	94	97	211
776	218	104	104	233
779	211	97	98	221
781	220	115	109	219
782	221	101	100	222
782	222	102	103	220
788	224	101	101	220
No.	45	45	45	41
$\Sigma X$	31,292	127.8123	127.8123	116.6629
$\Sigma X^2$	21,941,064	363.1011	363.1011	332.0088
$\Sigma Y$	8,895	87.2235	86.5723	8,234
$\Sigma Y^2$	1,769,189	169.2050	166.7464	1,665,786
$\Sigma XY$	6,227,572	247.8327	246.0019	23,451.3401

TABLE 10. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Central America, June, 1956.

TABLA 10. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla de la América Central, junio de 1956.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>	X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
499	148	48	46	138	763	220	97	....	216
506	149	50	48	144	766	214	94	97	206
507	152	53	50	139	771	219	101	100	220
507	150	51	48	135	773	221	102	103	225
520	151	49	45	141	778	219	108	109	229
521	152	51	50	144	790	223	102	100	210
528	156	51	50	146	790	228	.....	102	214
535	163	55	50	145	791	222	104	103	217
536	161	53	49	144	816	230	102	100	232
536	156	52	51	135	826	231	104	124	225
540	158	54	52	144	828	237	121	119	227
542	156	56	53	152	841	239	105	103	225
556	169	56	56	155	845	248	105	119	225
564	163	60	59	159	848	236	124	124	234
569	168	60	60	147	858	244	118	122	242
576	171	62	61	156	860	247	138	141	248
580	175	63	65	162	861	243	120	120	236
584	173	60	57	159	863	234	107	116	227
651	189	75	76	180	868	243	108	118	238
660	191	74	74	179	869	246	108	106	229
669	192	77	72	179	872	244	119	128	236
673	203	79	86	184	875	248	124	134	238
675	197	82	82	196	876	247	133	141	237
679	196	93	89	196	883	245	104	124	231
683	196	84	84	194	896	248	124	128	237
691	196	87	81	194	899	250	117	122	241
692	196	77	75	187	899	259	131	140	258
700	201	86	84	193	907	256	131	144	244
702	199	92	95	194	914	259	139	147	261
714	206	79	80	198	940	274	143	147	266
722	210	91	86	200	985	264	134	143	263
729	209	90	85	202	994	274	136	150	255
747	214	93	96	210	996	272	147	155	271
754	213	100	100	226	997	273	150	166	264
754	210	105	111	210	1013	280	152	167	286
757	213	98	98	198					

No.	71	70	70	71
$\Sigma X$	52,709	200.2860	200.3011	203.1836
$\Sigma X^2$	40,647,989	573.6273	573.7146	582.0234
$\Sigma Y$	15,039	136.5576	136.9296	14,478
$\Sigma Y^2$	3,285,985	267.9077	269.7277	3,066,774
$\Sigma XY$	11,553,275	391.6296	392.8306	41,682.7761

TABLE 11. Morphometric measurements in millimeters of yellowfin tuna from Gulf of Panama, March, 1957.

TABLA 11. Medidas morfométricas, en milímetros, de atunes aleta amarilla del Golfo de Panamá, marzo de 1957.

X	Y <sub>1</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub>
636	187	79	74	176
650	184	82	.....	186
659	186	.....	.....	176
677	197	.....	83	183
684	193	86	90	183
688	197	86	86	193
705	202	93	.....	202
711	200	.....	.....	199
716	199	.....	.....	206
718	200	95	98	204
719	204	94	92	211
725	204	94	93	195
726	209	.....	.....	206
728	209	95	89	202
734	200	.....	.....	197
738	207	99	96	201
743	210	97	94	213
744	213	.....	.....	219
744	209	.....	.....	208
753	208	98	98	215
753	218	97	.....	210
753	212	.....	.....	.....
756	.....	.....	113	218
757	209	104	106	221
758	213	109	100	214
760	217	109	105	220
763	218	105	97	215
763	214	105	.....	206
768	212	100	105	204
773	218	.....	93	226
774	216	.....	.....	206
777	221	.....	.....	232
781	221	103	104	216
782	220	103	.....	208
785	219	111	111	218
793	221	107	107	226
795	223	.....	.....	208
796	220	112	.....	.....
800	222	.....	.....	214
801	226	.....	121	220
806	222	109	114	218
807	220	.....	116	225
808	227	.....	.....	226
808	228	121	124	232
813	226	109	.....	223
828	232	.....	112	225
830	228	.....	.....	220
833	235	.....	.....	238
838	237	.....	.....	233
848	229	126	.....	241
871	236	.....	129	234
873	243	.....	.....	238
879	236	.....	.....	245
No.	52	28	27	51
$\Sigma X$	39,772	80.4884	77.7012	146.9873
$\Sigma X^2$	30,578,950	231.3933	223.6329	423.6848
$\Sigma Y$	11,157	56.0526	54.1217	10,855
$\Sigma Y^2$	2,403,331	112.2702	108.5693	2,323,543
$\Sigma XY$	8,571,309	161.1629	155.7922	31,309.0403

**TABLE 12. Analysis of covariance among Northern Peru samples by two measurers, considering the regression of head length on body length, and the regression of pectoral fin length on logarithm of body length.**  
**TABLA 12. Análisis de covariancia entre las muestras del norte de Perú, medidas por dos observadores, considerando la regresión de la longitud cefálica en relación con la longitud total, y la regresión de la longitud de la aleta pectoral con respecto al logaritmo de la longitud total.**

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	Variance ratio		Causa de la variación
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Proporción de la variancia		
<b>Head length on body length (samples 4, 5 and 7)</b> <b>Longitud cefálica en relación con el tamaño (muestras 4, 5 y 7)</b>						
Deviations from total regression	246	3,018				Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	244	2,967	12.16	$\frac{53.75}{11.58} = 4.64$		Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	242	2,803	11.58			Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	4	215	53.75			Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	2	164	82.00			Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	2	51	25.50			Diferencia entre los promedios ajustados
<b>4, 5, and 7 pooled vs. 6</b> <b>4, 5, y 7 combinadas vs. 6</b>						
Deviations from total regression	334	4,640				Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	333	4,277	12.84	$\frac{182.00}{12.88} = 14.13$	$\frac{182.00}{53.75} = 3.39^*$	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	332	4,276	12.88			Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	364	182.00			Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	1	1.00			Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	363	363.00			Diferencia entre los promedios ajustados
<b>Pectoral fin length on logarithm body length (samples 4, 5 and 7)</b> <b>Longitud de la aleta pectoral con respecto al logaritmo de la longitud total (muestras 4, 5 y 7)</b>						
Deviations from total regression	246	16,027				Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	244	14,728	60.36	$\frac{330.00}{60.77} = 5.43$		Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	242	14,707	60.77			Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	4	1,320	330.00			Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	2	21	10.50			Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	2	1,299	649.50			Diferencia entre los promedios ajustados
<b>4, 5 and 7 pooled vs. 6</b> <b>4, 5 y 7 combinadas vs. 6</b>						
Deviations from total regression	332	23,676				Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	331	22,516	68.02	$\frac{787.00}{66.98} = 11.75$	$\frac{787.00}{330.00} = 2.38^*$	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	330	22,102	66.98			Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	1,574	787.00			Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	414	414.00			Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	1,160	1,160.00			Diferencia entre los promedios ajustados

\*Not significant

\*No es significativo

**TABLE 13. Statistics for the linear regression of head length on body length for each sample of yellowfin tuna, together with the pooled regression statistics for each sub-area and the pooled regression statistics for the Eastern Tropical Pacific.**

**TABLA 13. Estadísticas de la regresión lineal de la longitud cefálica con respecto a la longitud total, para cada muestra de atún aleta amarilla, junto con las estadísticas de regresión combinada para cada subárea y para todo el Pacífico Oriental Tropical.**

Area	No.	x	y	b	a
1. Baja Calif.	84	674.9	192.7	.2433	28.5
2. Baja Calif.	53	602.9	176.2	.2435	29.4
Pooled for area Combinadas para el área	137	647.0	186.3	.2424	29.5
3. Roca Partida	113	790.8	223.0	.2526	23.2
4. Northern Peru Norte del Perú	84	731.3	208.4	.2501	25.5
5. Northern Peru Norte del Perú	86	697.7	200.6	.2439	30.4
6. Northern Peru Norte del Perú	78	706.3	201.6	.2692	11.5
7. Northern Peru Norte del Perú	88	710.8	201.0	.2483	24.5
Pooled for area Combinadas para el área	336	711.5	202.9	.2490	25.7
8. Mexican coast Costa Mexicana	127	772.1	216.7	.2546	20.1
9. Central America América Central	45	695.4	197.7	.2327	35.9
10. Central America América Central	71	742.4	211.8	.2560	21.7
Pooled for area Combinadas para el área	116	724.1	206.3	.2552	21.5
11. Panama Panamá	52	764.8	214.6	.2378	32.7
Pooled for Eastern Tropical Pacific Combinadas para el Pacífico Oriental Tropical	881	725.2	206.0	.2494	25.1

**TABLE 14. Statistics for linear regression of the logarithm second dorsal length on logarithm body length for each sample of yellowfin tuna, together with the pooled regression statistics for each sub-area and the pooled regression statistics for the Eastern Tropical Pacific.**

**TABLA 14. Estadísticas de la regresión lineal del logaritmo de la longitud de la segunda dorsal con respecto al logaritmo de la longitud total, para cada muestra de atún aleta amarilla, junto con las estadísticas de regresión combinada para cada subárea y para todo el Pacífico Oriental Tropical.**

Area	No.	x	y	b	a
1. Baja Calif.	84	2.8208	1.9049	1.4914	-2.3020
3. Roca Partida	112	2.8914	2.0129	1.6058	-2.6301
4. Northern Peru Norte del Perú	78	2.8620	1.9635	1.5583	-2.4964
5. Northern Peru Norte del Perú	81	2.8419	1.9569	1.4627	-2.1999
7. Northern Peru Norte del Perú	79	2.8419	1.9645	1.6150	-2.6252
Pooled for area Combinadas para el área	238	2.8485	1.9616	1.5258	-2.3846
8. Mexican coast Costa Mexicana	115	2.8862	2.0089	1.5772	-2.5432
9. Central America América Central	45	2.8403	1.9383	1.1881	-1.4363
10. Central America América Central	70	2.8612	1.9508	1.6103	-2.6566
Pooled for area Combinadas para el área	115	2.8530	1.9459	1.5407	-2.4497
11. Panama Panamá	28	2.8746	2.0019	1.5511	-2.4569
Pooled for Eastern Tropical Pacific Combinadas para el Pacífico Oriental Tropical	692	2.8601	1.9699	1.5360	-2.4232



**TABLE 15.** Statistics for linear regression of the logarithm anal fin length on logarithm body length for each sample of yellowfin tuna, together with the pooled regression statistics for each sub-area and the pooled regression statistics for the Eastern Tropical Pacific.

**TABLA 15.** Estadísticas de la regresión lineal del logaritmo de la longitud de la aleta anal con respecto al logaritmo de la longitud total, para cada muestra de atún aleta amarilla, junto con las estadísticas de regresión combinada para cada subárea y para todo el Pacífico Oriental Tropical.

Area	No.	x	y	b	a
1. Baja Calif.	82	2.8206	1.8857	1.6146	-2.6684
3. Roca Partida	109	2.8926	2.0090	1.7486	-3.0490
4. Northern Peru Norte de Perú	76	2.8599	1.9523	1.6556	-2.7826
5. Northern Peru Norte de Perú	81	2.8411	1.9453	1.6224	-2.6641
7. Northern Peru Norte de Perú	82	2.8431	1.9485	1.7045	-2.9072
Pooled for area Combinadas para el área	239	2.8478	1.9486	1.6458	-2.7383
8. Mexican Coast Costa Mexicana	118	2.8863	2.0045	1.7200	-2.9599
9. Central America América Central	45	2.8403	1.9238	1.4255	-2.1250
10. Central America América Central	70	2.8614	1.9561	1.7976	-3.1876
Pooled for area Combinadas para el área	115	2.8532	1.9435	1.7474	-3.0422
11. Panama Panamá	27	2.8778	2.0045	1.7445	-3.0158
Pooled for Eastern Tropical Pacific Combinadas para el Pacífico Oriental Tropical	690	2.8603	1.9615	1.6794	-2.8421

**TABLE 16.** Statistics for linear regression of the pectoral fin length on logarithm body length for each sample of yellowfin tuna, together with the pooled regression statistics for each sub-area and the pooled regression statistics for the Eastern Tropical Pacific.

**TABLA 16.** Estadísticas de la regresión lineal de la longitud de la aleta pectoral en relación con el logaritmo de la longitud total, para cada muestra de atún aleta amarilla, junto con las estadísticas de regresión combinada para cada subárea y para todo el Pacífico Oriental Tropical.

Area	No.	x	y	b	a
1. Baja Calif.	84	2.8208	181.6	434.2	-1043.1
2. Baja Calif.	53	2.7752	161.2	413.7	- 986.8
Pooled for area Combinadas para el área	137	2.8032	173.7	430.0	-1031.7
3. Roca Partida	112	2.8913	213.7	467.9	-1139.1
4. Northern Peru Norte del Perú	83	2.8512	193.6	423.8	-1014.6
5. Northern Peru Norte del Perú	87	2.8355	192.1	438.7	-1051.9
6. Northern Peru Norte del Perú	77	2.8470	194.8	450.3	-1087.3
7. Northern Peru Norte del Perú	86	2.8442	197.5	463.6	-1121.1
Pooled for area Combinadas para el área	333	2.8443	194.5	436.7	-1047.6
8. Mexican Coast Costa Mexicana	124	2.8806	214.4	433.6	-1034.6
9. Central America América Central	41	2.8446	200.8	424.2	-1005.9
10. Central America América Central	71	2.8617	203.9	443.7	-1065.8
Pooled for area Combinadas para el área	112	2.8558	202.8	439.2	-1051.5
11. Panama Panamá	51	2.8821	212.8	445.2	-1071.4
Pooled for Eastern Tropical Pacific Combinadas para el Pacífico Oriental Tropical	869	2.8528	198.7	445.2	-1071.4

TABLE 17. Comparison of head length among yellowfin tuna from six areas of the Eastern Tropical Pacific, by covariance analysis.

TABLA 17. Comparación de la longitud cefálica entre atunes aleta amarilla de seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, mediante el análisis de covariancia.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	Variance ratio	
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Proporción de la variancia	Causa de la variación
<b>Among six areas</b>					
Deviations from total regression	879	12,168		60.30 = 4.53	Entre seis áreas Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	874	11,826	13.53	13.31	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	869	11,565	13.31	52.20 = 3.92	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among areas	10	603	60.30	13.31	Diferencias entre áreas
Difference among regression coefficients	5	261	52.20		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	5	342	68.40		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Northern Peru (samples 4, 5, 6, and 7)</b>					
Deviations from total regression	334	4,640		96.50 = 7.79	Norte del Perú (muestras 4, 5, 6 y 7) Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	331	4,226	12.77	12.38	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	328	4,041	12.38	55.00 = 4.44	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	6	579	96.50	12.38	Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	3	165	55.00		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	3	414	138.00		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Central America (samples 9 and 10)</b>					
Deviations from total regression	114	2,322		110.00 = 5.86	América Central (muestras 9 y 10) Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	113	2,189	19.37	18.77	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	112	2,102	18.77	87.00 = 4.64	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	220	110.00	18.77	Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	87	87.00		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	133	133.00		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Baja California (samples 1 and 2)</b>					
Deviations from total regression	135	1,159		14.00 = 1.65*	Baja California (muestras 1 y 2) Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	134	1,131	8.44	8.50	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	133	1,131	8.50		Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	28	14.00		Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	0	0.00		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	28	28.00		Diferencias entre promedios ajustados

\*Not significant

\*No es significativa

TABLE 18. Comparison of second dorsal fin length among yellowfin tuna from six areas of the Eastern Tropical Pacific, by covariance analysis.

TABLA 18. Comparación de las longitudes de la segunda aleta dorsal entre atunes aleta amarilla de seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, mediante el análisis de covariancia.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	Variance ratio	
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Proporción de la variancia	Causa de la variación
<b>Among six areas</b>					
<b>Entre seis áreas</b>					
Deviations from total regression	690	.4748			Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	685	.4258	.000622	.005400 = 8.72 .000619	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	680	.4212	.000619	.000920 = 1.45* .000619	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among areas	10	.0536	.005400		Diferencias entre áreas
Difference among regression coefficients	5	.0046	.000920		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	5	.0490	.009800	.009800 = 15.76 .000622	Diferencias entre promedios ajustados
<b>Northern Peru (samples 4, 5 and 7)</b>					
<b>Norte del Perú (muestras 4, 5 y 7)</b>					
Deviations from total regression	236	.1664		.012050 = 23.62 .000510	Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	234	.1235	.000528		Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	232	.1182	.000510	.002650 = 5.20 .000510	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	4	.0482	.012050		Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	2	.0053	.002650		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	2	.0429	.021450		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Central America (samples 9 and 10)</b>					
<b>América Central (muestras 9 y 10)</b>					
Deviations from total regression	113	.0983		.011550 = 17.06 .000677	Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	112	.0875	.000781		Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	111	.0752	.000677	.012300 = 18.36 .000677	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	.0231	.011550		Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	.0123	.012300		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	.0108	.010800		Diferencias entre promedios ajustados

\*Not significant

\*No es significativa

TABLE 19. Comparison of anal fin length among yellowfin tuna from six areas of the Eastern Tropical Pacific, by covariance analysis.

TABLA 19. Comparación de las longitudes de la aleta entre atunes aleta amarilla de seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, mediante el análisis de covariancia.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	Variance ratio	Causa de la variación
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Proporción de la variancia	
<b>Among six areas</b>					
Deviations from total regression	688	.5152		.004750 = 6.78	Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	683	.4786	.000701	.000701	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	678	.4677	.000690	.002180 = 3.11	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among areas	10	.0475	.004750	.000701	Diferencias entre áreas
Difference among regression coefficients	5	.0109	.002180		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	5	.0366	.007320		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Northern Peru (samples 4, 5 and 7)</b>					
Deviations from total regression	237	.1771		.007775 = 12.40	Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	235	.1476	.000628	.000627	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	233	.1460	.000627	.000800 = 1.28*	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	4	.0311	.007775	.000627	Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	2	.0016	.000800	.014750 = 23.49	Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	2	.0295	.014750	.000628	Diferencias entre promedios ajustados
<b>Central America (samples 9 and 10)</b>					
Deviations from total regression	113	.0971		.005200 = 6.66	Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	112	.0963	.000860	.000781	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	111	.0867	.000781	.009600 = 12.29	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	.0104	.005200	.000781	Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	.0096	.009600		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	.0008	.000800		Diferencias entre promedios ajustados

\*Not significant

\*No es significativa

TABLE 20. Comparison of pectoral fin length among yellowfin tuna from six areas of the Eastern Tropical Pacific, by covariance analysis.

TABLA 20. Comparación de las longitudes de la aleta pectoral entre atunes aleta amarilla de seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, mediante el análisis de covariancia.

Source of variation	Degrees of freedom	Sum of squares	Mean Square	Variance ratio	Causa de la variación
	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Proporción de la variancia	
<b>Among six areas</b>					
Deviations from total regression	867	55,981		480.10	<b>Entre seis áreas</b> Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	862	51,819	60.11	59.72 = 8.05	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	857	51,180	59.72	127.80	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among areas	10	4,801	480.10	59.72 = 2.14*	Diferencias entre áreas
Difference among regression coefficients	5	639	127.80	832.40	Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	5	4,162	832.40	60.11 = 13.85	Diferencias entre promedios ajustados
<b>Northern Peru (samples 4, 5, 6 and 7)</b>					
Deviations from total regression	331	21,817		453.00	<b>Norte del Perú (muestras 4, 5, 6 y 7)</b> Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	328	19,577	59.69	58.77 = 7.71	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	325	19,099	58.77	159.33	Desviaciones de las regresiones individuales
Difference among samples	6	2,718	453.00	58.77 = 2.71	Diferencias entre muestras
Difference among regression coefficients	3	478	159.33		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference among adjusted means	3	2,240	746.67		Diferencias entre promedios ajustados
<b>Central America (samples 9 and 10)</b>					
Deviations from total regression	110	6,623		226.50	<b>América Central (muestras 9 y 10)</b> Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	109	6,188	56.77	57.13 = 3.96	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	108	6,170	57.13		Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	453	226.50	18.00	Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	18	18.00	57.13 = .32*	Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	435	435.00	435.00	Diferencias entre promedios ajustados
				56.77 = 7.66	
<b>Baja California (samples 1 and 2)</b>					
Deviations from total regression	135	7,492		40.50	<b>Baja California (muestras 1 y 2)</b> Desviaciones de la regresión total
Deviations from average regression within groups	134	7,477	55.80	55.72 = .73*	Desviaciones de la regresión promedio dentro de los grupos
Deviations from individual regressions	133	7,411	55.72		Desviaciones de las regresiones individuales
Difference between samples	2	81	40.50		Diferencias entre muestras
Difference between regression coefficients	1	66	66.00		Diferencias entre los coeficientes de regresión
Difference between adjusted means	1	15	15.00		Diferencias entre promedios ajustados

\*Not significant

\*No es significativa

**COMPARACIONES MORFOMETRICAS DEL ATUN ALETA  
AMARILLA, NEOTHUNNUS MACROPTERUS, DEL OCEANO  
PACIFICO ORIENTAL TROPICAL**

por

**Gordon C. Broadhead**

**RESUMEN**

La pesquería de atún aleta amarilla en el Océano Pacífico Oriental Tropical se extiende desde la California del Sur hasta la región septentrional del Perú, y mar afuera en una extensión de varios cientos de millas. La acertada administración de este recurso depende del conocimiento de las relaciones entre los stocks de las muchas regiones de pesca que se encuentran dentro de esta área oceánica, cuya dimensión es de alrededor de un millón y cuarto de millas cuadradas. Godsil (1948), Godsil y Greenhood (1951), Schaefer (1952, 1955) y Royce (1953) han examinado la morfología del atún aleta amarilla del Océano Pacífico, y a pesar de que los estudios de estos científicos contribuyeron a delinear los más importantes stocks de dicha especie en esta región, han sido, sin embargo, de un valor limitado para el examen de posibles subdivisiones de la población explotada por la pesca frente a la costa occidental de las Américas. La importancia de este problema y el aumento en el esfuerzo de pesca, en años recientes, en las nuevas áreas frente al Perú, han hecho pensar en una revisión de las medidas anatómicas seleccionadas en pescados que se han obtenido en las diversas áreas del Océano Pacífico Oriental Tropical, incluyendo las localidades más recientemente explotadas a la altura de la tierra peruana.

Se hicieron mediciones de la longitud total, de la longitud cefálica, y de las longitudes de la segunda aleta dorsal y de las aletas anal y pectoral del atún aleta amarilla, en especímenes capturados en seis de las más importantes áreas de pesca durante 1955, 1956 y 1957. Las regresiones de la longitud cefálica y de las aletas con respecto a la longitud del cuerpo, fueron comparadas entre las diversas áreas mediante el análisis de covariancia. En cuanto a estos caracteres se refiere, las diferencias entre las muestras repetidas de la misma área fueron, en la mayoría de los casos, tan grandes como las encontradas al comparar muestras de las diferentes áreas de la pesquería.

En consecuencia, los datos morfométricos no indican la separación de los stocks de atún aleta amarilla que se explotan frente a la costa occidental de las Américas, en unidades de subpoblación. La evidencia que indirectamente arrojan las estadísticas de pesca y los resultados preliminares de la marcación de ejemplares, sugiere que puede ocurrir

una mezcla de atún aleta amarilla dentro de esta área, lo suficiente como para impedir el aislamiento genético de los componentes de la población en un largo periodo de tiempo, y la consecuente formación de características definidas en las dimensiones anatómicas de los peces de diferentes subáreas.

Los resultados de este estudio confirman la evidencia a que previamente se llegó por métodos morfométricos, de que los stocks de atún aleta amarilla en las áreas oriental, central y occidental del Pacífico, son probablemente distintos entre sí.

### INTRODUCCION

Las medidas morfométricas han sido usadas con algún éxito para determinar las diferencias entre las poblaciones de los stocks de atún aleta amarilla, *Neothunnus macropterus*, que se encuentran en diversas áreas del Océano Pacífico. Godsil (1948) hizo comparaciones de peces del Japón, Hawaii y de la costa occidental americana; Godsil y Greenwood (1951) hicieron lo propio con peces de Hawaii, Fiji, Palmyra y la costa occidental americana; Schaefer (1952) comparó ejemplares de Hawaii y de la antes mencionada costa y en otro trabajo (1955) agregó, para los efectos de estas comparaciones, observaciones en pescados de la Polinesia Suboriental. Royce (1953) resumió los datos morfométricos de que entonces se disponía sobre el atún aleta amarilla del Pacífico, y situó las comparaciones sobre una base numérica, valiéndose de un coeficiente de similitud o parecido racial. Estos investigadores concuerdan en que la evidencia lograda por el sistema morfométrico, indica que los stocks de atún aleta amarilla en las áreas oriental, central y occidental del Pacífico, son probablemente distintos entre sí. La falta de movimientos migratorios de ejemplares marcados, entre estas importantes áreas durante varios años en que se han hecho experimentos de marcación, proporciona un apoyo a estas conclusiones.

Godsil (1948) examinó las mediciones morfométricas hechas en 1911 atunes aleta amarilla capturados en subáreas dentro de la zona del Pacífico Oriental Tropical, y llegó a la conclusión de que los stocks de dicha región estaban constituidos por una sola población entremezclada, con la posible excepción de los ejemplares capturados frente a la parte septentrional del Perú. La muestra que se empleó, de la pesquería, en el área del Perú, estaba restringida a seis pescados.

Shimada y Schaefer (1956) llegan a la conclusión, por los cambios en la abundancia aparente y en el esfuerzo de pesca, de que el volumen de las actividades pesqueras ha tenido un verdadero efecto sobre los stocks de atún aleta amarilla del Pacífico Oriental Tropical, *tomados en su totalidad*, durante el periodo estudiado. Schaefer (1958) enfatiza que la determinación de la extensión en que esa totalidad pueda ser dividida en subpoblaciones, es de enorme importancia en la administración de estos



recursos atuneros. Dada la significación del problema de la identificación de los stocks, y considerando la expansión reciente de la pesquería hacia nuevas áreas frente a la costa septentrional del Perú desde que se produjo el estudio de Godsil, se decidió hacer un nuevo examen de las series seleccionadas de medidas morfométricas tomadas en atunes aleta amarilla capturados en toda la extensión de la pesquería frente a la costa occidental americana.

### METODOS

Las mediciones, cuidadosamente tomadas al milímetro, de la longitud total, longitud cefálica y dimensiones longitudinales de las aletas segunda dorsal, anal y pectoral, fueron hechas a bordo, de conformidad con el procedimiento descrito por Marr y Schaefer (1949). Se tropezó con alguna dificultad al tratar de obtener medidas exactas de las aletas; en dos muestras no se tomaron las medidas de la segunda, dorsal y de la anal por esta razón.

Ya ha sido demostrado por Godsil (1948) y por Schaefer (1952) que las muestras repetidas de la misma área son algo más diferentes entre sí de lo que podría esperarse si las muestras fueran simplemente de las tomadas al azar en una población homogénea. En el presente estudio, los ejemplares fueron seleccionados entre muchos cardúmenes dentro de una región, con el intento de reducir los efectos, si algunos hubiera, de esta falta de homogeneidad. Se hizo el esfuerzo para obtener ejemplares de todas las medidas comprendidas dentro del margen de tamaños que entran en la pesquería, pero en algunas muestras fueron tomados solamente ejemplares de menos de un metro durante el viaje de recolección.

En los años 1955, 1956 y 1957, se hicieron mediciones en once muestras, que variaron en número de 45 a 127 ejemplares, a bordo de barcos atuneros comerciales que pescaron en todo el Océano Pacífico Oriental Tropical; de Baja California, América Central y el norte del Perú fué posible obtener diversas muestras. La número seis, del norte del Perú; la número ocho, de la costa mexicana; la nueve, de la región de Centroamérica y la número once, de Panamá ( fueron medidas por el Señor Bane; la muestra número diez, de América Central, fué recolectada por el Señor Hennemuth. Las restantes fueron medidas por el autor. La Figura 1 da la localización general de cada una de las áreas de muestreo. Las mediciones individuales correspondientes a cada muestra, aparecen en las Tablas 1 a 11; el número de la tabla corresponde al número de cada muestra, y las dimensiones anatómicas se representan del modo siguiente:

- X = longitud del cuerpo (o tamaño)
- $Y_1$  = longitud cefálica
- $Y_2$  = longitud de la segunda aleta dorsal
- $Y_3$  = longitud de la aleta anal
- $Y_4$  = longitud de la aleta pectoral

Las diversas partes del cuerpo del atún aleta amarilla crecen en diferentes proporciones, de manera que la correspondiente a una dimensión con respecto a las otras, no es constante. Por esta razón, los datos morfométricos de este pez han sido graficados como una regresión de las mediciones en estudio (variable dependiente Y) en razón de la longitud total (variable independiente X). La línea de regresión correspondiente, a lo largo del margen de longitudes totales, no es una recta en todos los casos. Esto fué resuelto por Godsil (1948), quien empleó una relación ligeramente curvilínea de la fórmula  $Y = a + bX + \frac{c}{X}$ . Schaefer y Royce, en sus estudios, usaron transformaciones logarítmicas para algunas dimensiones, con el objeto de obtener regresiones lineares aproximadamente. En algunos casos, consideraron necesario restringir los cálculos a una porción central del margen de longitudes de los ejemplares, para evitar alguna curvilinearidad en los extremos de la longitud corporal. Schaefer advierte que la relación empleada, ya sea lineal o de otra forma, es solamente una aproximación y no elimina por completo el efecto del tamaño del organismo sobre el carácter que se contempla. Hace notar también que la regresión, que sobre un margen considerable puede estar representada por una ecuación particular, puede no ser representativa cuando dicho margen se ha extendido.

Se graficaron diagramas dispersos de cada una de las dimensiones anatómicas, separadamente, con respecto a la longitud total de los ejemplares medidos. En cuanto a los márgenes correspondientes a la longitud o tamaño, que fueron obtenidos de las once muestras usadas en este estudio, la relación lineal  $Y = a + bX$  parece ser satisfactoria entre la longitud total y la longitud cefálica. Con respecto a la relación entre la longitud total o tamaño y la dimensión longitudinal de la aleta anal, la transformación logarítmica  $\log Y = a + b \log X$  parece ser la más satisfactoria transformación para lograr la linealidad. Lo mismo en cuanto a la relación entre el tamaño y la longitud de la aleta pectoral: la transformación logarítmica  $Y = a + b \log X$  parece ser la mejor.

Se hacen comparaciones por el análisis de covarianza con la significación de todas las pruebas, juzgadas al nivel del 5 por ciento de probabilidad.

## RESULTADOS

Como las 11 muestras tomadas durante este estudio fueron medidas por tres personas, surge la interrogante sobre la cantidad de variación entre las muestras que puede ser atribuída a esa causa. Afortunadamente fué posible obtener tres muestras de la zona frente al norte del Perú, que fueron medidas por el autor, y otra que midió el Señor Bane. Las regresiones de la longitud cefálica con respecto al tamaño, y la longitud

de la aleta pectoral con respecto al logaritmo de la longitud total fueron comparadas por el análisis de covariancia (Tabla 12) para conocer:

- a) la variación entre las tres muestras medidas por el autor;
- b) la variación entre estas muestras combinadas y la muestra medida por el Señor Bane.

La variación entre las tres muestras (números 4, 5 y 7) tomadas por el autor, es mayor, tanto con respecto a la longitud cefálica como a la dimensión longitudinal de la aleta pectoral, de lo que podría esperarse entre muestras sacadas de una sola población homogénea. Al comparar las muestras combinadas que midió el autor, en cuanto a los mismos caracteres, con la muestra del Señor Bane, se encuentra de nuevo que la diferencia es mayor de lo que podría haberse esperado si los dos juegos de muestras hubiesen sido obtenidos en una sola población homogénea. Sin embargo, los valores "F", de 3.39 a dos y a cuatro grados de libertad con respecto a la longitud cefálica, y de 2.38 a dos y a cuatro grados de libertad, en cuanto a las dimensiones longitudinales de la aleta pectoral, indican que la diferencia entre las medidas no es significativa cuando la variación entre las muestras estudiadas por el mismo observador es usada como estándar de comparación. Las muestras de cada área, consecuentemente, han sido combinadas con el propósito de estimar las relaciones entre la longitud cefálica y el tamaño; entre el logaritmo de la longitud de la aleta anal y el logaritmo de la longitud total; y entre la longitud de la aleta pectoral y el logaritmo de la longitud total, en cada una de las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical. Las estadísticas de regresión para cada una de las 11 muestras y las regresiones combinadas para cada una de las seis áreas, aparecen en las Tablas 13, 14, 15 y 16.

### **Longitud cefálica**

En la Tabla 17 la comparación, por el análisis de covariancia, de la regresión lineal de la longitud cefálica con respecto a la longitud total, entre las seis áreas, da un valor "F" significativo de 4.53, a 10 y a 869 grados de libertad. En la misma Tabla, las muestras repetidas del norte del Perú, de la América Central y de Baja California, fueron comparadas en una forma similar, y los valores de "F" para las dos primeras áreas sugieren falta de homogeneidad entre las muestras sacadas de la misma área. La comparación, de la Tabla 17, del cuadrado medio entre las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical (60.30) con el cuadrado medio entre cuatro muestras del norte del Perú (96.50); entre las dos muestras de la América Central (110.00) y entre las dos muestras de Baja California (14.00), indica que la variación en la longitud cefálica entre las muestras de la misma área, es tan grande como la variación entre las medidas en la longitud cefálica del atún aleta amarilla de las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical. En contraste, Schaefer (1952) comparó, mediante similar análisis de covariancia, las medidas en la longitud cefálica del atún aleta amarilla de Hawaii, con las de los ejemplares recolectados por

Godsil en la costa occidental americana (1948) y obtuvo el cuadrado medio entre regiones de 20.611, que es altamente significativo.

Las pequeñas diferencias en la longitud cefálica entre las áreas del Pacífico Oriental Tropical, sugieren que puede ocurrir mezcla entre atunes aleta amarilla de toda el área, lo que impide la identificación de subpoblaciones, caso que existan, por las diferencias en esa dimensión anatómica.

### **Segunda aleta dorsal**

La comparación que da la Tabla 18, por el análisis de covariancia, de la regresión lineal del logaritmo de la longitud de la segunda aleta dorsal con respecto al logaritmo de la longitud total o tamaño, entre las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, da como resultado un valor significativo "F" de 8.72, a 10 y a 680 grados de libertad. En la misma Tabla, las muestras repetidas del norte del Perú y de América Central fueron tratadas de modo similar, y los valores de "F" indican falta de homogeneidad entre las muestras sacadas de la misma área. Si se examina, en la Tabla 18, el cuadrado medio correspondiente a las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical (.00540), el correspondiente a las muestras del norte de Perú (.01205) y el correspondiente a las muestras de la América Central (.01155), se encuentra que la variación, en las longitudes de la segunda aleta dorsal entre las muestras de la misma área, es tan grande como la variación entre las longitudes de la segunda aleta dorsal del atún aleta amarilla de las seis áreas dichas.

Las pequeñas diferencias en las longitudes de la segunda aleta dorsal entre las áreas del Pacífico Oriental Tropical nos hacen pensar, como en el caso de la longitud cefálica, que el examen de la expresada dimensión no permitirá el reconocimiento de ninguna subpoblación dentro del área de pesca que explota la flota americana.

### **Longitud de la aleta anal**

La comparación por análisis de covariancia, en la Tabla 19, de la regresión lineal del logaritmo de la longitud de la aleta anal con respecto al logaritmo de la longitud total del atún aleta amarilla entre las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, da como resultado un valor significativo "F" de 6.78, a 10 y 678 grados de libertad. Un estudio similar de las muestras duplicadas del norte de Perú y de la América Central indica falta de homogeneidad entre las muestras tomadas de la misma área. La comparación, en la Tabla 19, del cuadrado medio correspondiente a las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical (.00475), el correspondiente a las muestras del norte de Perú (.00775) y el correspondiente a las muestras de la América Central (.00520) indica que la variación en las longitudes de la aleta anal entre las muestras de la misma área, es tan grande

como la variación entre las longitudes de la aleta anal del atún aleta amarilla de las seis áreas estudiadas.

Las pequeñas diferencias en la longitud de la aleta anal entre las áreas del Pacífico Oriental Tropical, indican que, como en los casos de la longitud cefálica y de la segunda aleta dorsal, el examen de este tercer carácter no permite la identificación de ninguna subpoblación que pueda existir en dicha zona tropical del Pacífico Este.

#### **Longitud de la aleta pectoral**

La comparación por análisis de covarianza en la Tabla 20, de la regresión lineal de las longitudes de la aleta pectoral con respecto al logaritmo de la longitud total del atún aleta amarilla entre las seis áreas del Pacífico Oriental Tropical, da como resultado un valor significativo "F" de 8.05, a 10 y a 875 grados de libertad. En la misma Tabla aparecen comparadas de la misma manera las muestras duplicadas del norte de Perú, de la América Central y de Baja California, y los valores de "F" para las dos primeras áreas sugieren falta de homogeneidad entre las muestras tomadas de la misma área. El examen (Tabla 20) del cuadrado medio entre las seis áreas (480.10) y del cuadrado medio entre las cuatro muestras del Perú septentrional (453.00), entre las dos muestras de la América Central (226.50) y las dos muestras de Baja California (40.50), indica que la variación en las longitudes de la aleta pectoral entre las muestras de la misma área, es tan grande como la variación entre las longitudes de la aleta pectoral del atún aleta amarilla de dichas seis áreas del Pacífico Oriental Tropical. En contraste, la comparación de las medidas longitudinales de la aleta pectoral del atún aleta amarilla del Hawaii (Schaefer, 1952) con las de los pescados tratados en el presente estudio, da como resultado un cuadrado medio de 36,726, que es altamente significativo.

Las pequeñas diferencias en la longitud de la aleta pectoral entre las áreas del Pacífico Oriental Tropical, nos hace pensar que puede ocurrir mezcla del atún aleta amarilla en toda la extensión de la zona, lo que impide la identificación de subpoblaciones, caso de existir, por las diferencias en ese carácter.

#### **DISCUSION**

Existen diferencias entre las áreas muestreadas en toda la extensión de la pesquería de la costa occidental americana, en cuanto a las medidas de la longitud cefálica y de las longitudes de las aletas segunda dorsal, anal y pectoral del atún aleta amarilla. Sin embargo, pareciera que estas diferencias no son indicativas de la existencia de subdivisiones de población porque, con respecto a los cuatro caracteres estudiados, las discrepancias entre las muestras repetidas de la misma área, en la mayoría de los casos, se encontró que eran tan grandes como las constatadas al

comparar las muestras de las diferentes áreas de la pesquería. Las muestras duplicadas de Baja California resultaron similares en lo que respecta a las dos dimensiones comparadas. En consecuencia, se ha llegado a pensar que el atún aleta amarilla de las áreas cercanas a la costa, en la sección septentrional de la pesquería, puede abarcar un grupo un poco más homogéneo que los miembros de esta especie en las otras áreas.

Los movimientos migratorios de los atunes aleta amarilla marcados que se recobraron durante 1956 y 1957, como lo informa Schaefer (1958), indican que está ocurriendo algún intercambio entre las áreas de pesca adyacentes. La distribución geográfica de las pescas de esta especie, por trimestres, en toda la región, según lo demuestra Alverson (1959), describe una continua serie de pescas de aleta amarilla desde Baja California hasta la América Central durante todos los trimestres del año. Es bien posible que haya ocurrido suficiente mezcla entre subáreas, en un período de años, como para impedir el aislamiento genético y la consecuente formación de diferencias apreciables en las dimensiones anatómicas de este especie.

La regresión lineal de la longitud cefálica con respecto a la longitud total o tamaño del atún aleta amarilla, para las 11 muestras a que se concreta el presente estudio, se aproxima mucho a las regresiones lineares correspondientes a las dos mismas dimensiones en las 13 muestras de Godsil, procedentes de la misma región. Hay también confirmación de las conclusiones generales a que llegaron anteriormente otros científicos, de que las diferencias en la morfometría del atún aleta amarilla de las áreas Oriental, Central y Occidental del Pacífico, son muchas veces más grandes que las diferencias observadas entre áreas dentro del Pacífico Oriental Tropical.

## LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alverson, F. G.  
1959 Geographical distribution of yellowfin and skipjack catches from the Eastern Tropical Pacific Ocean, by quarter of the year, 1952-1955.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 3, No. 4, pp. 165-204 (English), pp. 205-213 (Spanish).
- Godsil, H. C.  
1948 A preliminary population study of the yellowfin tuna and albacore.  
Calif. Div. Fish and Game, Fish. Bull., No. 70, pp. 1-89.
- 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, pp. 1-33.
- Marr, J. C. and M. B. Schaefer  
1949 Definitions of body dimensions used in describing tunas.  
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish Bull., Vol. 51, No. 47, pp. 241-244.
- Royce, W. F.  
1953 Preliminary report on a comparison of the stocks of yellowfin tuna.  
Proc. Indo-Pac. Fish Council, Sec. 2, pp. 130-145.
- Schaefer, M. B.  
1952 Comparison of yellowfin tuna of Hawaiian waters and of the American West Coast.  
U. S. Dept. Int., Fish and Wildlife Serv., Fish Bull., Vol. 52, No. 72, pp. 353-373.  
1955 Morphometric comparison of yellowfin tuna from Southeast Polynesia, Central America, and Hawaii.  
Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 1, No. 4, pp. 61-116 (English), pp. 117-136 (Spanish).  
1958 Report on the investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1957.  
Ibid., Ann. Rept. for 1957, pp. 31-79 (English), pp. 80-134 (Spanish).
- Shimada, B. M. and M. B. Schaefer  
1956 A study of changes in the fishing effort, abundance, and yield for yellowfin and skipjack tuna in the Eastern Tropical Pacific Ocean.  
Ibid., Bull., Vol. 1, No. 7, pp. 347-421 (English), pp. 422-469 (Spanish).