

INTER - AMERICAN TROPICAL TUNA COMMISSION
COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL

Bulletin — Boletín
Vol. VIII, No. 1

CONTRIBUTIONS TO THE BIOLOGY OF THE ENGRAULID
ANCHOA NASO (GILBERT & PIERSON, 1898)
FROM ECUADORIAN WATERS

CONTRIBUCIONES A LA BIOLOGIA DEL ENGRAULIDO
ANCHOA NASO (GILBERT & PIERSON, 1898)
DE LAS AGUAS ECUATORIANAS

by — por
JAMES JOSEPH

La Jolla, California
1963

CONTENTS — INDICE

ENGLISH VERSION — VERSION EN INGLES

	Page
INTRODUCTION.....	3
ACKNOWLEDGEMENTS.....	3
METHODS AND MATERIALS.....	3
RESULTS.....	5
Growth.....	5
Spawning season.....	6
Development of ova.....	7
Size at first maturity.....	7
Fecundity.....	8
Sex ratios.....	8
—————	
FIGURES — FIGURAS.....	10
—————	
TABLES — TABLAS.....	16

SPANISH VERSION — VERSION EN ESPAÑOL

	Página
INTRODUCCION.....	21
RECONOCIMIENTO.....	21
METODOS Y MATERIAL.....	21
RESULTADOS.....	23
Crecimiento.....	23
Epoca del desove.....	25
El desarrollo de los óvulos.....	25
El tamaño en la primera madurez.....	26
Fecundidad.....	26
Proporción de los sexos.....	27
—————	
LITERATURE CITED — BIBLIOGRAFIA CITADA.....	29

CONTRIBUTIONS TO THE BIOLOGY OF THE ENGRAULID
ANCHOA NASO (GILBERT & PIERSON, 1898)
FROM ECUADORIAN WATERS

by

James Joseph

INTRODUCTION

One phase of the duties of the Inter-American Tropical Tuna Commission is the gathering and interpretation of data concerning the life history of the commercially important bait species throughout the Eastern Pacific Ocean.

During 1958 the Commission established a laboratory in Manta, Ecuador to study tuna. It was subsequently found that this fishery was dependent upon one species of anchovy, *Anchoa naso*, which was locally referred to as "colorado." During the calendar year 1959 approximately 380,000 scoops of bait were taken by the Manta tuna fleet (Schaefer, 1960) which at that time numbered about 23 vessels. Since then the fleet has increased by about 25 per cent and it is probable that the bait catch has increased also.

Virtually nothing has been reported concerning the life history of this species. Hildebrand (1943) reviewed its taxonomy and reported standard lengths ranging from 32 to 135 mm. Peterson (1956) examined specimens from Central America and found them to range from 27 to 66 mm. He also indicated that the species spawned over a long period of time.

The present report describes some aspects of the life history of *Anchoa naso* in Ecuadorian waters. The findings are based on 121 collections taken during the period March 1959 through June 1961.

ACKNOWLEDGEMENTS

Sincere appreciation is expressed to the owners and masters of the Ecuadorian tuna vessels who provided the author space on their vessels and permitted him to sample their bait catches. Gratitude is also extended to INEPACA, a subsidiary of the Van Camp Seafood Company, for their cooperation throughout the course of this study.

The author is also indebted to staff members Thomas P. Calkins and Roger K. Kearns for their assistance in collecting samples after he left Ecuador.

METHODS AND MATERIALS

From March 1959 through June 1961, 121 samples consisting of 13,946 fish were collected off Manta, Ecuador. The majority of the samples were taken from catches made by baitboats using lampara gear (method described by Alverson and Shimada, 1957). Most of the lampara-net samples were taken from catches made during the night under lights; however, a few were from catches made during the day. In addition some samples were from catches made by native fishermen using beach-seines and cast-nets.

Each sample taken by lampara gear, as most of these samples were, is assumed to be from a single school of fish, and so are samples from beach-seines. A sample from a cast-net may be from more than one school, but these are so few that they are not considered to affect the overall statistics. It is therefore assumed that the 121 samples of fish used in these studies represent 121 schools of fish.

Examination of the scales of *Anchoa naso* revealed that they could not be readily used for the interpretation of age from bands or markings. A more applicable approach to the determination of growth, and possibly age, is the length-frequency¹ method of Petersen (1922); that is, the study of the temporal progression of modes in length-frequency distributions. This method was used by Howard and Landa (1958) in describing the age and growth of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) and by Blackburn (1950) in his work with the anchovy (*Engraulis australis*).

Schaefer (1948), studying yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), and Howard and Landa (*op. cit.*) pointed out that for the length-frequency data to be meaningful they must be representative of the true length distributions of the population sampled. They further indicated that if the population under study is grouped into schools by sizes, the samples taken should represent a large number of schools sampled randomly, rather than great numbers of fish sampled from only a few schools.

A number of investigators (Hjort, 1926; Miller, 1955; and Howard and Landa, *op. cit.*) have noted a tendency for fish to group in schools by size. That such a situation exists for *Anchoa naso* is suggested by inspection of Figure 1 which is a graphic presentation of seven (A-G) length-frequency samples from the month of April 1962. The actual percentage length-frequency curve is shown superimposed over the mean, standard deviation and twice the standard error of each sample (after the notation of Hubbs and Hubbs, 1953). The total percentage length-frequency curve for the seven samples (H) is shown for comparison. The mean, standard deviation and standard error for samples A and H are included for comparative purposes even though the data are not normally distributed.

The studies of sexual maturity, spawning and fecundity were based on the measurement and enumeration of ovarian eggs. The gonads of *Anchoa naso* are situated dorso-laterally along the body cavity. It is impossible to determine sex macroscopically in the more immature individuals, but the determinations become increasingly simple with approaching maturation. The mature ovaries are yellowish and the individual ova give them a granular appearance, whereas the testes are smooth and white. Specimens used for these studies were taken from the length-frequency samples and retained in formaldehyde until examined. They were selected to represent the entire range of the length-frequency distribution of the sample.

¹ Throughout this paper length measurements refer to standard length, as defined by Hildebrand (1943, page 8).

The ova were prepared for enumeration and measurement by removing a small section from the middle portion of the left ovary, placing it on a slide divided into 1-mm. squares, teasing the eggs from the ovarian tissue and spreading them evenly over the slide. The eggs, which were oval in shape, were measured along the longest axis. Those measuring less than 0.20 mm. were non-yolked and considered to be immature.

RESULTS

Growth

The data were processed by grouping all samples by month of origin within years and converting length-frequencies to percentages of the total for each month. The percentages were smoothed once by a moving average of three to eliminate some of the random variation and are presented graphically in Figures 2, 3, and 4.

The fishery during 1959 up through October was apparently supported primarily by a single modal group (Figure 2). The temporal progression of modal values from May to January is easily followed. A new group of smaller fish apparently entered the fishery during November and December, suggesting that this species spawns during a restricted season of the year.

During 1960, however, a different pattern of modal distribution was evident (Figure 3). The fishery apparently exploited a number of different modal groups throughout the year, since there appeared to be more than one mode in almost every month. For all months except January, February, March and April the catch included fish smaller than 45 mm., also suggesting some spawning during a large part of the year. It was not possible during 1960 to follow any one modal group in the fishery throughout the year.

The 1961 data, consisting of samples for only four months, indicated the presence of more than one modal group in each month (Figure 4). For each month there were also fish smaller than 45 mm. present in the catch.

For a species such as *Anchoa naso*, which apparently spawns throughout much of the year, it is difficult to describe growth adequately by the inspection of modal progressions. It was fortunate, however, that during 1959 the progression of one dominant modal group in the fishery could be followed. It was also possible to follow modal values for short periods of time in the 1960 and 1961 data. The modes which were easily identifiable and which could be followed through time are noted in Figures 2, 3, and 4, with an arrow, and are listed in Table 1.

Assuming that each of these modes actually represent the progression of a single age-group, an attempt was made to estimate growth in this species beyond 47 mm. Walford (1946) has pointed out a graphic method to describe growth during the "self-inhibitory" phase above the inflection point of the whole growth curve. He plotted length at age $n + 1$ against length at age n to form a linear series and showed for several species of

fish that their growth curves followed a similar model. This line he regarded as a useful transformation of the usual growth curve.

Adapting the anchovy data to the above method, a straight line was fitted by least squares to the fifteen points derived from the model values in Table 1: $Y = 10.04 + 0.859X$, where Y is length at age $n + 1$ (in months) and X is length at age n (in months) (Figure 5). (A line using the Bartlett method showed no significant difference from the least squares fit.) From the point of intersection of this line with the line of no growth (that is, a line of slope one through the origin) the upper asymptote or upper limit of growth (l_{∞}) can be calculated. For these data l_{∞} was estimated to be 71 mm.

The growth curve in Figure 6 was constructed by transformation of the line in Figure 5. Assuming a fish of 47 mm. to be X months of age, growth beyond age X , for each monthly increment, can be followed.

Owing to unknown factors of the life history of the fish and the shortcomings of the sampling, the resultant growth curve should be viewed with some caution. The data are, however, representative enough to point out that growth during the early stages (47-67 mm.) is considerably more rapid than it is beyond this size. Inferences based on available data cannot be made on growth prior to 47 mm., but judging from similar species (Howard and Landa, *op. cit.*, and Hildebrand and Cable, 1930), it is no doubt much more rapid than growth subsequent to 47 mm. In fact, Tester (1951), showed that the "nehu" (*Stolephorus purpureus*), a tropical anchovy from Hawaiian waters becomes vulnerable to the commercial fishery (at 23 mm.) in a matter of a few weeks after hatching. If its early growth is similar to such species, *Anchoa naso* at 47 mm. are undoubtedly in their first year of life, and are probably less than six months old.

Spawning season

An estimation of the time of spawning can be made by studies of seasonal changes in the percentage of individuals having mature ova (Peterson, 1956). This, of course, assumes that the occurrence of fish with large yolked ova is related to the time of spawning and that ova size does not change with fish length. For *Anchoa naso*, ova size is, in fact, independent of fish length (Figure 7).

Examination of numerous specimens revealed that the size-frequency curve of yolked ova, in any one fish, formed a single mode distinct from that of non-yolked ova. Fifteen yolked ova from each of 242 fish were measured to estimate mean ova size (Table 2). Females with maturing (i.e. yolked) eggs were found during every month indicating some spawning throughout the entire year. This view is further substantiated by the entrance of new size groups of fish into the fishery throughout the year. To find any peaks in spawning activity which may have existed, the percentage of females with yolked ova larger than 0.55 mm. (arbitrarily selected to represent ova near spawning) was plotted for each month

(Figure 8). Apparently this species spawns throughout the year, with a decrease, but by no means a cessation, of spawning during the winter months (southern hemisphere) of May to July.

Development of ova

Clark (1934), working with the California sardine (*Sardinops caerulea*), showed that more than one group of ovarian eggs grew toward maturity during a season. She did this by following the movement of successive modal groups of ova through time. By applying her procedures to *Anchoa naso* it can be determined whether more than one group of ova matures at a time in this species. There is shown in Figure 9, the mean percentage ova length-frequency distribution of the egg measurements of all fish grouped according to the position of the last mode in the length-frequency distribution for each female. Nine class intervals within the range 0.30 to 0.79 mm. were selected. The number of females included in each group is shown in the upper corner of the corresponding panel. The upper left-hand panel represents the most immature ovaries and the lower right-hand panel the most mature. As the ovaries matured, a single mode of eggs separated from a secondary smaller mode. It is evident that this secondary mode of smaller eggs remained stationary as the larger mode progressed to the right. This indicates that only one group of eggs matured at a time, implying that the group represented by the secondary mode did not develop further until the larger eggs were spawned. As no connotation of time can be inferred from these data, it is not possible to determine the number of spawnings per individual fish within a year.

Size at first maturity

The size of *Anchoa naso* at first maturity was determined from the examination of 196 specimens taken during the period March 1959 to June 1961. All females with a mean ovum size greater than 0.20 were considered to be maturing. Clark (1934) and Hickling (1930) have indicated the possibility of introducing bias with this method because the eggs in adolescent fish may start to mature but may fail to reach a ripe state and eventually degenerate. *Anchoa naso*, however, spawns throughout the year and the development of ova would not, therefore, be aborted by forces concomitant with the termination of a spawning season.

In each 5 mm. length category the percentage of females having yolked eggs of a mean size greater than 0.20 mm. was determined and are given in Table 3. They are also presented graphically (Figure 10) in the form of a frequency curve showing the percentage of maturing females along the ordinate and the corresponding standard body length along the abscissa.

Fish smaller than 45 mm. were not found in a maturing condition. About 50 per cent of the females sampled were found maturing at a length of 50 mm. and all fish larger than 60 mm. were maturing.

Fecundity

The methods used in estimating the fecundity of *Anchoa naso* were essentially the same as those described by Peterson (1961).

For each female selected the length and weight were recorded and the paired ovaries removed and weighed to the nearest 0.1 mg. A small sample was removed from the ovary and also weighed to the nearest 0.1 mg. The ova of this sample were then teased from the connective tissue and spread evenly over a slide which had previously been divided into three sections by two fine threads placed parallel to each other along the long axis of the slide. Two such slides were prepared for each fish in order to evaluate the variability in technique.

The yolked ova in each sample were enumerated using a scale-reading device which projected at a magnification of 50X. The total numbers in the paired ovaries from which the sample had been taken were estimated by proportion.

Since it was not possible to determine the number of times an individual spawns each year, fecundity is necessarily defined, for this study, as the number of eggs in a single mature batch.

Duplicate (A & B) and mean fecundity estimates for each of 12 specimens are listed in Table 4 along with fish length and other pertinent data used in making them. Since the relationship between fish length and fecundity appeared to be linear for these 12 specimens (Figure 11), a straight line, expressing the regression of number of ova in the most advanced mode on fish length, was fitted to the data by method of least squares. The formula expressing this relationship is: $Y = 0.583X - 16.0$, where Y is fecundity in hundreds of ova and X is fish length in millimeters.

There was a high degree of variation among the fecundities of fish of the same lengths. To determine if this was a biological difference, or was due to sampling and counting technique, duplicate samples were taken from each pair of ovaries, for the 12 specimens, and the fecundity estimated for each separately. The variance of the differences between duplicate estimates was 42,000, which, since this compares to twice the population variance, results in a standard deviation of 145 due to variability of technique. This is approximately one-fourth the standard error of estimate for the data of Figure 11 (600). Other workers on fecundity have found variation in technique of a similar magnitude for a variety of species (Peterson, 1961; MacGregor, 1957; and Joseph, 1963).

Sex ratios

Forty-one samples, representing 853 fish, were used to study sex ratios of *Anchoa naso*. The ratio of females to males was determined for each sample and each tested against an expected ratio of 1:1 by the method of Chi-square. In all but three samples, the null hypothesis was accepted indicating no departure from a 1:1 ratio in sex (Table 5). The

sum of the 41 Chi-squares, which accumulates the information given by each of the 41 samples was, on the other hand, great enough to reject the null hypothesis. The 853 fish were then treated as a single large sample, and this pooled (total) Chi-square showed significance.

Fisher and Mather (1936) showed that a measure of the inconsistency of the deviations of the sample ratios from the hypothetical could be derived by taking the difference between the summed and pooled Chi-squares, a measure which they called the heterogeneity Chi-square. The calculation was made for these data and the results showed the 41 sample ratios to exhibit a high degree of heterogeneity in the ratio of males to females.

The data were grouped by month of origin and each month tested for deviation from a 1:1 ratio. The data and resultant Chi-square are presented in Table 6. Only two of the twelve months deviated significantly, however; the summed and heterogeneity Chi-squares once again showed significance.

These tests suggested that: 1) one sex or the other generally predominated in schools of this species which were sampled, but sample sizes were so small that individual tests did not tend to show significance; 2) there were more females in the overall population than males, and 3) the data did not show any seasonal patterns in the ratio of males to females.

The data were grouped into 5 mm. length-categories to examine the relationship of sex-ratio and fish-length and the percentage of females in each category determined (Figure 12). The females predominated in the larger sizes and males in the smaller. It is surprising that in the smaller size groups (45-65 mm.) the sex ratios deviate so greatly from one. This may be accounted for by one or a combination of the following possibilities: 1) in determining the sex of these smaller size groups there may have been an inadvertant bias caused by some females being classified as males; 2) differential mortality; 3) differential growth, with the females growing more rapidly than the males. This suggests that growth by sexes should be one subject investigated in future studies on this species.

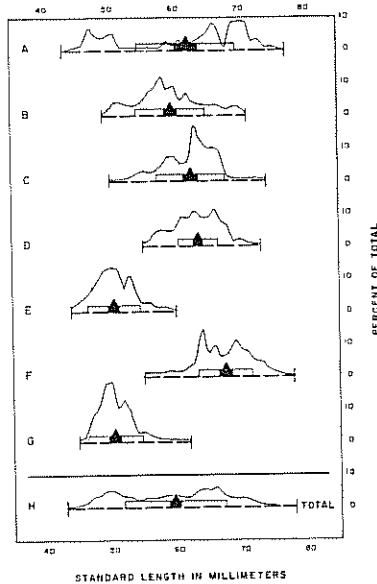


FIGURE 1. Variation among length-frequency measurements of seven samples (A-G) taken during April 1961, compared with the combination of the seven (H). Solid line is percentage length-frequency curve, horizontal broken line the range, the narrow vertical triangle the mean, the hollow rectangle one standard deviation on either side of the mean, and the solid rectangle twice the standard error on either side of the mean.

FIGURA 1. Variación entre las frecuencias de longitud de siete muestras (A-G) tomadas durante el mes de abril de 1961, comparadas con la combinación de las siete (H). La línea continua es la curva del porcentaje de las frecuencias de longitud; la línea horizontal a guiones es la amplitud de las medidas; el triángulo vertical angosto es la media; el rectángulo vacío, una desviación estándar a cada lado de la media; y el rectángulo sólido, dos veces el error estándar a cada lado de la media.

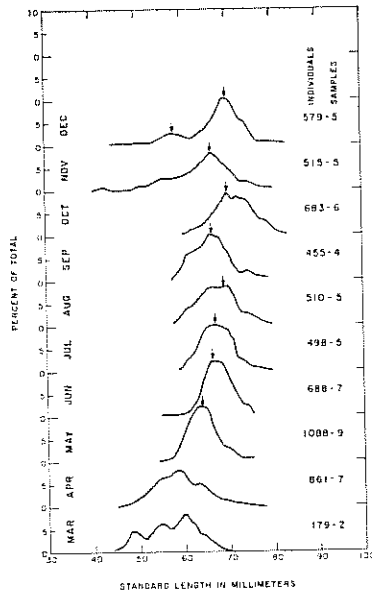


FIGURE 2. Monthly length-frequency distributions, expressed as percentage of total, of *Anchoa naso*, taken at Manta, Ecuador during 1959.

FIGURA 2. Distribuciones mensuales de las frecuencias de longitud de la *Anchoa naso*, tomadas en Manta, Ecuador, durante el año de 1959. Dichas distribuciones se expresan como porcentajes del total.

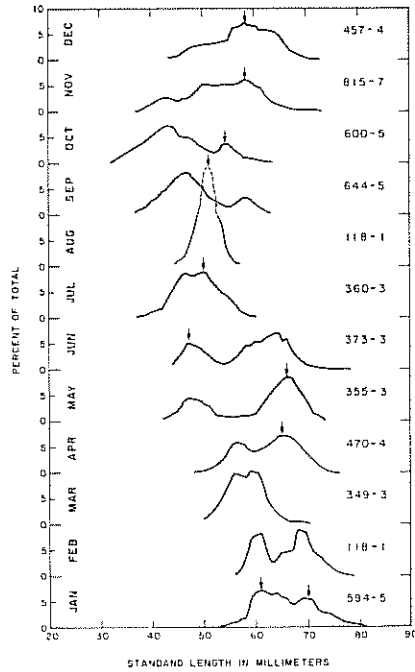


FIGURE 3. Monthly length-frequency distributions, expressed as percentage of total, of *Anchoa naso*, taken at Manía, Ecuador during 1960.

FIGURA 3. Distribuciones mensuales de las frecuencias de longitud de la *Anchoa naso*, tomadas en Manía, Ecuador, durante el año de 1960. Dichas distribuciones se expresan como porcentajes del total.

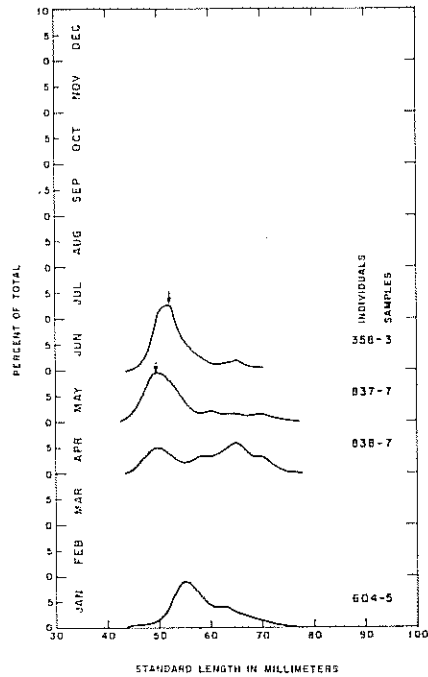


FIGURE 4. Monthly length-frequency distributions, expressed as percentage of total, of *Anchoa naso*, taken at Manía, Ecuador during 1961.

FIGURA 4. Distribuciones mensuales de las frecuencias de longitud de la *Anchoa naso*, tomadas en Manía, Ecuador, durante el año de 1961. Dichas distribuciones se expresan como porcentajes del total.

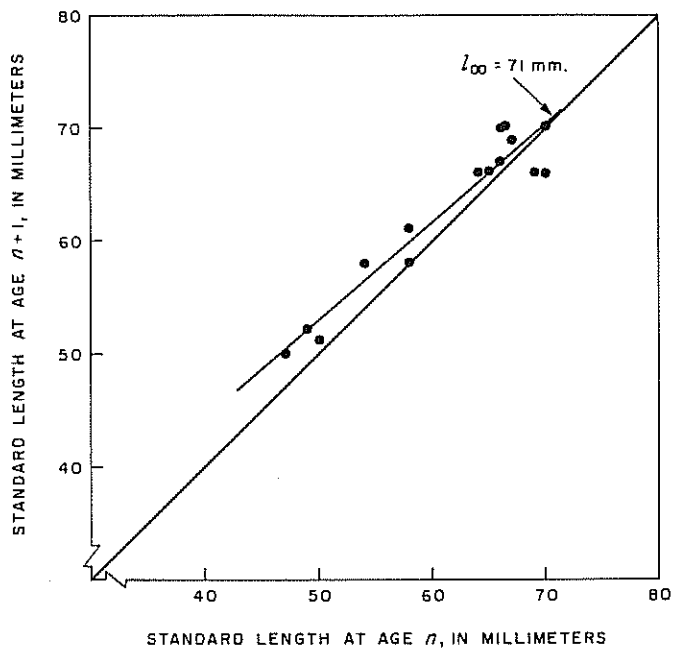


FIGURE 5. Combined 1959-1961 *Anchoa naso* monthly length-data plotted by the Walford method.

FIGURA 5. Datos combinados de las longitudes de la *Anchoa naso* tomadas mensualmente durante el período 1959-1961, graficados por el método de Walford.

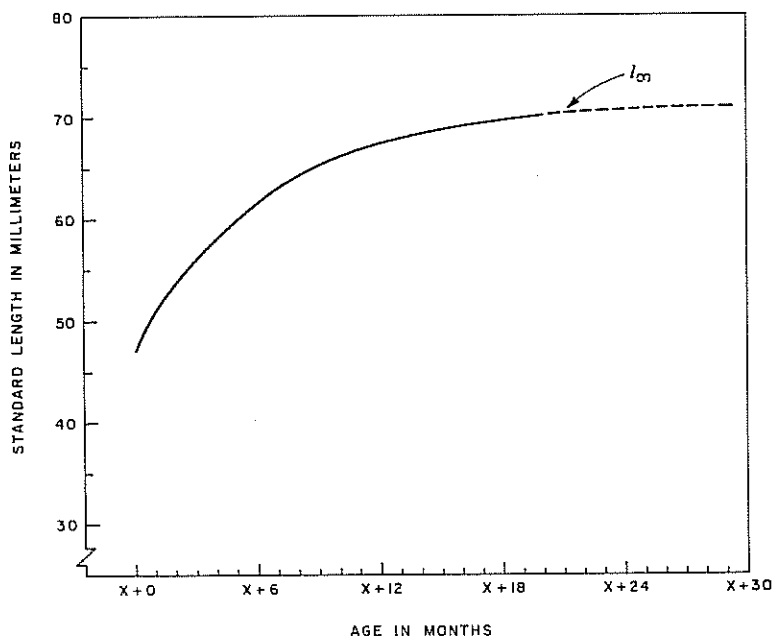


FIGURE 6. Growth curve of *Anchoa naso*, expressed in months, taken off Mania, Ecuador, estimated from the Walford transformation. Broken line extrapolated growth.

FIGURA 6. Curva del crecimiento de la *Anchoa naso*, expresada en meses según la estimación de la transformación de Walford, tomada frente a Mania, Ecuador. La línea a guiones predice el crecimiento más allá de los datos.

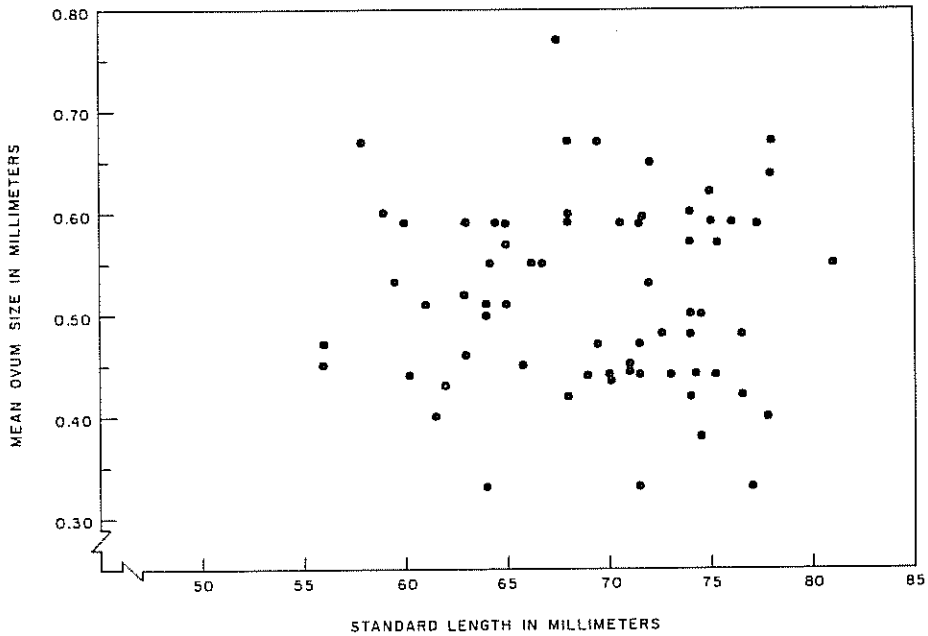


FIGURE 7. Scatter diagram of mean ovum size on standard fish length for 67 specimens of *Anchoa naso* taken off Manta, Ecuador.

FIGURA 7. Diagrama de la dispersión del tamaño medio del óvulo sobre la longitud estándar de los peces, correspondiente a 67 especímenes de la *Anchoa naso* tomados frente a Manta, Ecuador.

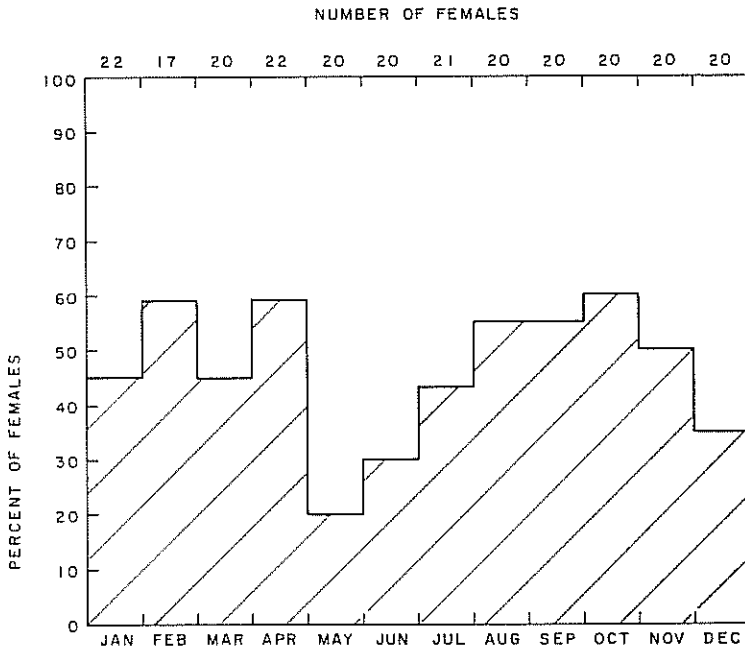


FIGURE 8. Percentage of females of *Anchoa naso*, by months, taken during the period March 1959 to June 1961, having eggs ≥ 0.55 mm. in length.

FIGURA 8. Porcentaje de hembras de *Anchoa naso*, por meses, tomadas durante el periodo de marzo de 1959 a junio de 1961, las cuáles tenían huevos de ≥ 0.55 mm. de longitud.

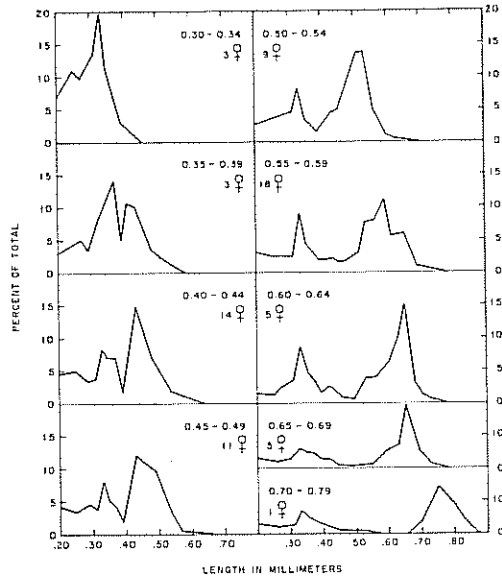


FIGURE 9. Frequency curves of ovum length of *Anchoa naso* shown to represent the development of ovarian eggs greater than 0.20 mm. in length; ova length-frequency data grouped according to the size of the most advanced mode.

FIGURA 9. Curvas de las frecuencias de longitud del óvulo de la *Anchoa naso*, delineadas para representar el desarrollo de los huevos ováricos de una longitud mayor de 0.20 mm. los datos de las frecuencias de longitud de los óvulos han sido agrupados de acuerdo con el tamaño del modo más avanzado.

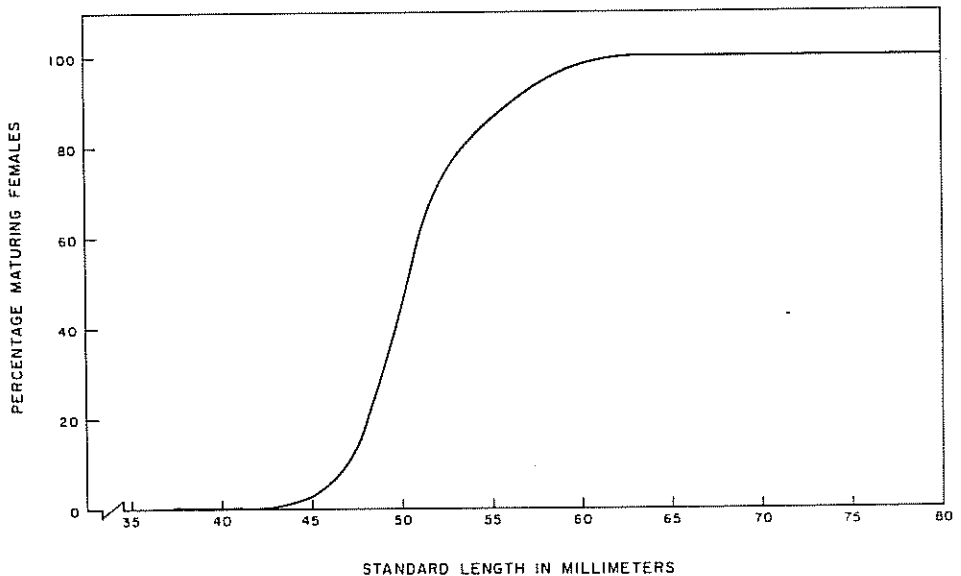


FIGURE 10. Relationship between fish length and maturity as indicated by percentage of female *Anchoa naso* with developing ova.

FIGURA 10. Relación entre la longitud de los peces y la madurez, según lo indica el porcentaje de hembras de *Anchoa naso* con óvulos en desarrollo.

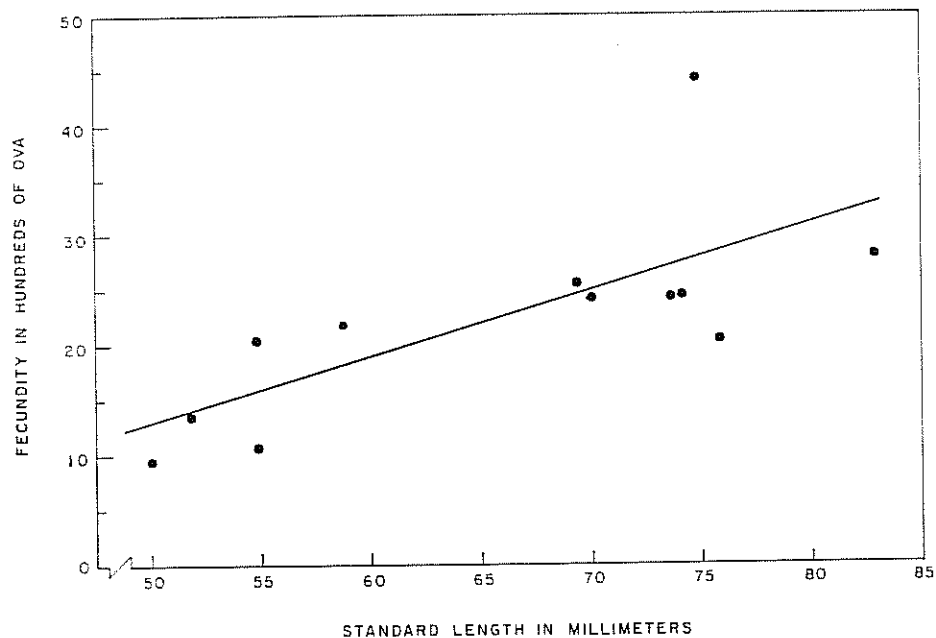


FIGURE 11. Relation between fecundity and length for 12 *Anchoa naso*.

FIGURA 11. Relación entre la fecundidad y la longitud, correspondiente a 12 ejemplares de *Anchoa naso*.

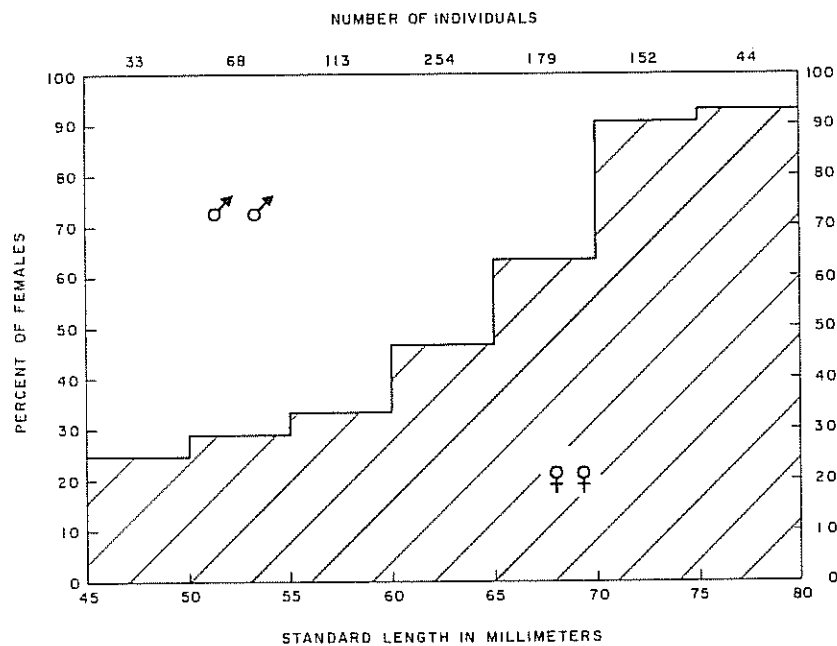


FIGURE 12. Percentage of female *Anchoa naso* grouped by 5 mm. size intervals.

FIGURA 12. Porcentaje de hembras de *Anchoa naso* agrupadas en intervalos de tamaños de 5mm.

TABLE I. Modal values which were easily identifiable and used in estimating growth.

TABLA I. Valores modales que fueron fácilmente identificables y usados en la estimación del crecimiento.

Date of occurrence	Modal length (mm.)	Length at age n	Length at age $n+1$
Fecha de ocurrencia	Tamaño modal (mm.)	Tamaño a la edad n	Tamaño a la edad $n+1$
May 1959	64	64	66
Jun. 1959	66	66	67
Jul. 1959	67	67	69
Aug. 1959	69	69	66
Sep. 1959	66	66	70
Oct. 1959	70	70	66
Nov. 1959	66	66	70
Dec. 1959	70	70	70
Jan. 1960	70	58	61
Dec. 1959	58	65	66
Jan. 1960	61	47	50
Apr. 1960	65	50	51
May 1960	66	54	58
Jun. 1960	47	58	58
Jul. 1960	50	49	52
Aug. 1960	51		
Oct. 1960	54		
Nov. 1960	58		
Dec. 1960	58		
May 1961	49		
Jun. 1961	52		

TABLE 2. Mean ovum sizes of 242 *Anchoa naso*, by months, taken during March 1959 - June 1961. Also listed is percentage of females with mean ovum size ≥ 0.55 mm.

TABLA 2. Tamaño medio del óvulo de 242 especímenes de *Anchoa naso*, por meses, tomado durante Marzo 1959 - Junio 1961. También se anotan los porcentajes de hembras con un óvulo de tamaño medio de ≥ 0.55 mm.

Mean ovum Size (mm.) Tamaño medio del óvulo en (mm.)	MONTH — MES											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
$\geq .40$				2	3	1	1		2	1	1	1
1								4				
2	1	1	1	1	2					1	1	1
3	1		1	1		3	1		1	1	2	1
4				1		2	3					
5	5	3	1			4		1		1	1	5
6							1					
7	2	1	5	1	1		2	1	1	1	1	3
8	2	1			1	1	1		1	1		
9							1					
.50		1		1	3	2		1		2	2	
1				1	2	1						
2	1		1	1					2		1	
3			2		4		2	2	2		1	2
4												
5	1	1		3		2	2	2	1		2	
6												
7		1	1	2	4	2		3	2	2	2	
8						1					1	
9	5	1	2				3	1	3	3	4	3
.60	1	1	3	3					1	1		1
1												
2	2	4	3	2			4	1	1	1		1
3												
4						1				1		
5	1	1		2				1		1		1
6				1								
7		1						1		2	1	
8									1	1		1
9												
.70									1			
1												
2												
3												
4								1				
5												
6												
7									1			
8												
9												
.80												
Total	22	17	20	22	20	20	21	20	20	20	20	20
Number ≥ 0.55	10	10	9	13	4	6	9	11	11	12	10	7
Percentage ≥ 0.55	45.5	58.8	45.0	59.1	20.0	30.0	42.9	55.0	55.0	60.0	50.0	35.0

TABLE 3. Number and percentage of female *Anchoa naso* having yolked ova of a mean size greater than 0.20 mm. grouped by 5 mm. categories of length.

TABLA 3. Número y porcentaje de hembras *Anchoa naso* que tenían óvulos con yemas de un tamaño medio mayor de 20 mm. agrupadas por categorías de tamaño de 5 mm.

Length 5 mm. classes	Frequency	Number maturing	Percent maturing
Tamaño 5 mm. clases	Frecuencia	Número madurando	Porcentaje madurando
35.0-39.9	3	0	0
40.0-44.9	6	0	0
45.0-49.9	9	1	11.1
50.0-54.9	9	7	77.8
55.0-59.9	26	24	92.3
60.0-64.9	41	41	100.0
65.0-69.9	45	45	100.0
70.0-74.9	37	37	100.0
75.0-79.9	20	20	100.0
Total	196		

TABLE 4. Duplicate (A & B) and mean fecundity estimates of 12 *Anchoa naso* from Ecuador, together with standard length, and ovary weight.

TABLA 4. Los duplicados (A & B) y la estimación de la fecundidad media de 12 especímenes de *Anchoa naso* del Ecuador, junto con la longitud estándar, y peso del ovario.

Length (mm.)	Fish weight (gms)	Ovary weight (gms)	Fecundity estimate A	Fecundity estimate B	\bar{X}_{A+B}
Tamaño (mm.)	Peso del pescado (grms)	Peso del ovario (grms)	Estimación de la fecundidad A	Estimación de la fecundidad B	\bar{X}_{A+B}
50.0	0.8	.0206	910	1069	1,000
51.9	1.1	.0271	1384	1407	1,400
55.0	1.5	.0338	2006	2145	2,100
55.0	1.5	.0166	1238	1030	1,100
58.8	2.0	.0605	2396	2067	2,200
69.5	3.2	.1412	2483	2652	2,600
70.2	3.5	.1231	2353	2563	2,500
73.9	4.5	.1571	2543	2358	2,400
74.3	4.1	.0825	2524	2361	2,500
75.0	4.5	.1963	4464	4354	4,400
76.0	4.5	.0759	2120	1916	2,000
83.0	5.8	.1644	2710	2965	2,900

TABLE 5. Sex ratios of 41 samples of *Anchoa naso* showing χ^2 values testing these ratios to a hypothetical 1 : 1 ratio.TABLA 5. Proporción del sexo de 41 muestras de *Anchoa naso* mostrando valores de χ^2 , probando estas proporciones a una proporción hipotética de 1:1.

Sample number	Sample size	Male	Female	χ^2	D.F.
Número de muestras	Tamaño de las muestras	Macho	Hembra	χ^2	G. de L.
1	20	6	14	3.20	1
2	19	11	8	.47	1
3	16	4	12	4.00	1
4	21	12	9	.43	1
5	13	9	4	1.92	1
6	21	15	6	3.86	1
7	18	9	9	0.00	1
8	29	10	19	2.80	1
9	13	10	3	3.76	1
10	6	3	3	0.00	1
11	15	7	8	.06	1
12	25	11	14	.36	1
13	38	15	23	1.68	1
14	27	9	18	3.00	1
15	15	9	6	.60	1
16	18	9	9	0.00	1
17	25	7	18	4.84	1
18	21	7	14	2.33	1
19	18	4	14	5.56	1
20	27	12	15	.33	1
21	14	4	10	2.57	1
22	17	14	3	7.12**	1
23	39	11	28	7.41**	1
24	20	10	10	0.00	1
25	19	5	14	4.26	1
26	20	9	11	.20	1
27	18	12	6	2.00	1
28	21	2	19	13.76**	1
29	21	7	14	2.33	1
30	19	13	6	2.58	1
31	21	6	15	3.86	1
32	22	6	16	4.55	1
33	16	7	9	.25	1
34	19	8	11	.47	1
35	10	4	6	.40	1
36	24	10	14	.67	1
37	34	15	19	.47	1
38	21	8	13	1.19	1
39	20	11	9	.20	1
40	25	15	10	1.00	1
41	28	19	9	3.57	1
Sum				98.06**	41
Total	853	375	478	12.44**	1
Heterogeneity				85.62**	40

** significant at P = .01

TABLE 6. Sex ratios by months, of 853 *Anchoa naso* showing χ^2 values testing these ratios to a hypothetical 1:1 ratio.

TABLA 6. Proporción de los sexos por meses de 853 ejemplares de *Anchoa naso*, mostrando un valor de χ^2 , probando estas proporciones a una proporción hipotética de 1:1.

Month	Sample size	Male	Female	χ^2	D.F.
Mes	Tamaño de la muestra	Macho	Hembra	χ^2	G. de L.
Jan.	55	21	34	3.07	1
Feb.	21	12	9	3.00	1
Mar.	52	33	19	3.77	1
Apr.	48	23	25	.08	1
May	78	33	45	1.85	1
Jun.	85	34	51	3.40	1
Jul.	39	11	28	7.41**	1
Aug.	97	41	56	2.32	1
Sep.	59	24	35	2.05	1
Oct.	138	53	85	7.42**	1
Nov.	87	37	50	1.94	1
Dec.	94	53	41	1.53	1
Sum	853	375	478	37.85**	12
Total				12.44**	1
Heterogeneity				25.41**	11

** Significant at $P = .01$

CONTRIBUCION A LA BIOLOGIA DEL ENGRAULIDO
ANCHOA NASO (GILBERT Y PIERSON, 1898)
DE LAS AGUAS ECUATORIANAS

por

James Joseph

INTRODUCCION

Una fase de las obligaciones de La Comisión Interamericana del Atún Tropical es la obtención e interpretación de los datos concernientes a la historia natural de las especies de carnada comercialmente importantes en todo el Océano Pacífico Oriental.

En el año de 1958 la Comisión estableció un laboratorio en Manta, Ecuador, para estudiar el atún. Se encontró subsecuentemente que esta pesquería dependía de una especie de anchoa, *Anchoa naso*, conocida localmente con el nombre de colorado. Durante el año calendario de 1959, la flota atunera de Manta, que en ese tiempo alcanzaba a unos 23 barcos, obtuvo aproximadamente 380,000 copas (scoops) de carnada (Schaefer, 1960). Desde entonces la flota ha aumentado en un 25 por ciento, y es probable que la captura de peces-cebo haya aumentado también.

Nada se ha informado virtualmente sobre la historia natural de esta especie. Hildebrand (1943) revisó su taxonomía e informó sobre su longitud estándar, que varía entre los 32 y 135 mm. Peterson (1956) examinó especímenes de la América Central, y encontró que variaban entre los 27 y 66 mm. También indicó que la especie desova durante un largo período de tiempo.

El presente informe describe algunos aspectos de la historia natural de la *Anchoa naso* en aguas ecuatorianas. Los hallazgos están basados en 121 recolecciones hechas durante el período de marzo de 1959 a junio de 1961.

RECONOCIMIENTO

Se expresa aquí un sincero agradecimiento a los propietarios y capitanes de los barcos atuneros ecuatorianos, quienes proporcionaron al autor lugar en sus embarcaciones, y le permitieron muestrear la carnada que había sido capturada. Se hace extensivo este agradecimiento a INEPACA, subsidiaria de "Van Camp Seafood Company", por su cooperación durante el curso del presente estudio.

El autor también está obligado con los miembros del personal de la Comisión, Thomas P. Calkins y Roger K. Kearns, por su ayuda en la recolección de las muestras que ellos tomaron, después de que él se marchó del Ecuador.

METODOS Y MATERIAL

Desde marzo de 1959 a junio de 1961, se recogieron frente a Manta, Ecuador, 121 muestras consistentes en 13,946 peces. La mayoría de las muestras fueron tomadas de las pescas hechas por barcos de carnada que

usaban el equipo lámpara (cuyo método ha sido descrito por Alverson y Shimada, 1957). Casi todas las muestras de la red-lámpara se obtuvieron de capturas realizadas bajo luces durante la noche; sin embargo, unas pocas se tomaron de las capturas hechas durante el día. Además, algunas muestras se tomaron de las pescas logradas por los pescadores nativos con redes de playa y atarrayas.

Se supone que cada muestra obtenida por el equipo lámpara, como lo fueron casi todas las muestras, procede de un solo cardumen de peces, y lo mismo se considera respecto de las muestras logradas con redes de playa. Una muestra tomada con atarraya puede estar constituida por más de un cardumen, pero éstas son tan pocas, que no se considera que puedan afectar las estadísticas totales. En consecuencia, se supone que las 121 muestras de peces utilizadas en estos estudios representan 121 cardúmenes de peces.

El examen de las escamas de la *Anchoa naso* reveló que éstas no podrían ser usadas fácilmente por las bandas o marcaciones para la interpretación de la edad. Un método que puede más prácticamente acercarse a la determinación del crecimiento y posiblemente de la edad, es el de la frecuencia de longitud¹, de Petersen (1922), o sea, el estudio de la progresión temporal de los modos en las distribuciones de las frecuencias de longitud. Este método fué usado por Howard y Landa (1958) para describir la edad y crecimiento de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*); y por Blackburn (1950) en su trabajo sobre la anchoveta *Engraulis australis*.

Schaefer (1948), al estudiar el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), y Howard y Landa (*op. cit.*) hicieron notar que para considerar significativos los datos sobre las frecuencias de longitud, tienen que ser representativos verdaderos de las distribuciones de longitud de la población muestreada. Luego indicaron que si la población bajo estudio está agrupada por tamaños en cardúmenes, las muestras que se obtienen deben representar un gran número de cardúmenes muestreados al azar, en vez de grandes cantidades de peces muestreados solamente de unos pocos cardúmenes.

Algunos investigadores (Hjort, 1926; Miller, 1955; y Howard y Landa, *op. cit.*) han notado la tendencia de los peces de agruparse por tamaños en cardúmenes. Que tal tendencia se manifiesta en la *Anchoa naso*, lo sugiere la observación de la Figura 1, que es una representación gráfica de siete (A-G) muestras de frecuencias de longitud del mes de abril de 1962. La curva que representa el porcentaje real de la frecuencia de longitud aparece sobrepuesta sobre la media, la desviación estándar, y dos veces el error estándar de cada muestra (después de la anotación de Hubbs y Hubbs, 1953). Se muestra para su comparación la curva que representa el total de longitud del porcentaje de las siete muestras (H). La media, la desviación estándar, y el error estándar de las muestras A y H son incluidas para fines comparativos, aún cuando los datos no están distribuidos normalmente.

¹ En el transcurso de este estudio las medidas de longitud se refieren a la longitud estándar, como la define Hildebrand en (1943, página 8).

Los estudios de la madurez sexual, el desove y la fecundidad fueron basados en la medida y enumeración de los huevos ováricos. Las gónadas de la *Anchoa naso* están colocadas lateralmente contra el dorso, a lo largo de la cavidad del cuerpo. Es imposible de determinar macroscópicamente el sexo en los individuos más prematuros, pero las determinaciones llegan a ser cada vez más simples conforme se acercan a la madurez. Los ovarios maduros son amarillentos y los óvulos individuales les dan una apariencia granular, mientras que los testes son lisos y blancos. Los especímenes utilizados para estos estudios fueron tomados de las muestras de las frecuencias de longitud y conservados en formaldehida hasta su examen. Fueron seleccionados para representar el margen total de la distribución de las frecuencias de longitud de la muestra.

Los óvulos fueron preparados para su enumeración y medición removiendo una pequeña sección de la parte media del ovario izquierdo, colocándola sobre una placa microscópica dividida en cuadrados de 1-mm., desprendiendo los huevos del tejido ovárico y esparciéndolos uniformemente sobre la placa. Los huevos que eran de forma oval, fueron medidos a lo largo del eje mayor. Los que midieron menos de 0.20 mm. no tenían yema y se consideraron inmaturos.

RESULTADOS

Crecimiento

Los datos fueron ordenados al agrupar todas las muestras por mes de origen dentro de los años, y convirtiendo las frecuencias de longitud a porcentajes del total de cada mes. Los porcentajes fueron suavizados una vez mediante un promedio móvil de tres para eliminar un poco la variación azarosa, y se presentan gráficamente en las Figuras 2, 3 y 4.

La pesquería durante 1959, hasta octubre, pareció estar mantenida principalmente por un solo grupo modal (Figura 2). La progresión temporal de los valores modales de mayo a enero puede seguirse fácilmente. Un nuevo grupo de peces de menor tamaño entró aparentemente en la pesquería durante noviembre y diciembre, lo que hace pensar que estas especies desovan durante una época restringida del año.

Sin embargo, durante 1960 se hizo evidente una diferente pauta en la distribución modal (Figura 3). La pesquería aparentemente explotó una cantidad de los diferentes grupos modales a través del año, ya que parecía haber más de un modo en casi todos los meses. En todos los meses excepto enero, febrero, marzo y abril, las capturas abarcaron peces menores de 45 mm., lo que también sugiere que se produce algún desove durante una gran parte del año. No fué posible, durante 1960, seguir ningún grupo modal en el transcurso del año en la pesquería.

Los datos de 1961, correspondientes a las muestras de cuatro meses solamente, indicaron la presencia de más de un grupo modal en cada mes (Figura 4). Para cada mes había también presentes en la captura, peces menores de 45 mm.

Con respecto a especies tales como la *Anchoa naso*, que aparentemente desovan durante gran parte del año, resulta difícil describir adecuadamente el crecimiento, con base en la observación de las progresiones modales. Sin embargo, afortunadamente durante 1959 pudo seguirse la progresión de un grupo modal dominante en la pesquería. También fué posible seguir los valores modales durante períodos cortos de tiempo, según los datos de 1960 y 1961. Los modos que fueron identificados fácilmente y que pudieron observarse a través del tiempo, han sido indicados con flechas en las Figuras 2, 3 y 4, y su lista se encuentra en la Tabla 1.

Suponiendo que cada uno de estos modos representa actualmente la progresión de un solo grupo de edad, se hizo un intento para estimar el crecimiento más allá de los 47 mm. en esta especie. Walford (1946) ha llamado la atención hacia un método gráfico para describir el crecimiento durante la fase "inhibitoria por sí misma" sobre el punto de inflexión de la curva completa del crecimiento. Colocó gráficamente la longitud a la edad $n + 1$ contra la longitud a la edad n para formar una serie lineal, y demostró que con respecto a diversas especies de peces, sus curvas de crecimiento seguían un modelo similar. Consideró esta línea como una transformación útil de la curva usual del crecimiento.

Adaptando los datos de la anchoa al método a que acabamos de referirnos, una línea recta fué ajustada por cuadrados mínimos a los quince puntos derivados de los valores modales en la Tabla 1: $Y = 10.04 + 0.859X$, en donde Y es la longitud a la edad $n + 1$ (en meses) y X es la longitud a la edad n (en meses) (Figura 5). (Una línea usando el método de Bartlett demostró que no hay una diferencia significativa del ajuste de los cuadrados mínimos.) Desde el punto de intersección de esta línea con la línea de no crecimiento (esto es, una línea de la gradiente uno a través del origen) puede ser calculada la asíntota superior o límite superior del crecimiento (l_{∞}). Para estos datos l_{∞} se estimó en 71 mm.

La curva del crecimiento en la Figura 6 fué construida mediante la transformación de la línea de la Figura 5. Suponiendo que un pez de 47 mm. tenga X meses de edad, el crecimiento más allá de la edad X puede ser seguido por el incremento de cada mes.

Debido a factores desconocidos de la historia natural de los peces y a los defectos del muestreo, la curva del crecimiento que resultó debe ser vista con algún cuidado. Los datos, sin embargo, son lo suficientemente representativos como para hacer notar que el crecimiento durante los primeros estados (47-67 mm.) es considerablemente más rápido de lo que se manifiesta después de alcanzado ese tamaño. Las inferencias basadas en los datos disponibles no pueden hacerse con respecto al crecimiento antes de los 47 mm., pero sí se juzga por las observaciones en especies similares (Howard y Landa, *op. cit.*, y Hildebrand y Cable, 1930) no hay duda de que es mucho más rápido que el crecimiento subsecuente a los 47 mm. En realidad, Tester (1951) demostró que el "nehu" (*Stolephorus purpureus*), una anchoa tropical de las aguas hawaianas, viene a ser

vulnerable a la pesquería comercial (a los 23 mm.) en cosa de unas pocas semanas después de abandonar el huevo. Si su temprano crecimiento es similar al de esa especie, la *Anchoa naso* indudablemente tiene que estar en su primer año de vida a los 47 mm., y probablemente tenga menos de seis meses de edad.

Epoca del desove

Puede hacerse una estimación de la temporada del desove por los estudios de los cambios estacionales en el porcentaje de los individuos que tienen óvulos maduros (Peterson, 1956). Esto, por supuesto, bajo la suposición de que la aparición de peces con óvulos grandes de yema está relacionada con la época del desove, y de que el tamaño de los óvulos no cambia con la longitud del pez. Con respecto a la *Anchoa naso*, el tamaño de los óvulos, en realidad, es independiente de la longitud del pez (Figura 7).

El examen de numerosos especímenes reveló que la curva de la frecuencia de tamaños de los óvulos con yema, en cualquiera de los peces, formó un solo modo distinto del de los óvulos sin yema. Quince óvulos con yema de cada uno de los 242 peces fueron medidos para estimar el tamaño medio de los óvulos (Tabla 2). Se encontraron hembras con huevos en maduración (con yema) durante todos los meses, indicando algún desove en el transcurso de todo el año. Este punto de vista se afirma aún más con la entrada de nuevos grupos de tamaños de peces en la pesquería durante el año. Para encontrar los máximos que pueden haber existido en la actividad del desove, se graficó en cada mes (Figura 8) el porcentaje de hembras con óvulos de yema mayores de 0.55 mm. (seleccionados arbitrariamente para representar los óvulos próximos al desove). Aparentemente estas especies desovan en el transcurso del año, con una disminución, pero de ningún modo con una cesación del desove durante los meses de invierno (hemisferio del sur) de mayo a julio.

El desarrollo de los óvulos

Clark (1934) en su trabajo con la sardina de California (*Sardinops caerulea*) demostró que más de un grupo de huevos ováricos crecían hacia la madurez durante una estación. Ella hizo esta demostración al seguir el movimiento de los grupos modales sucesivos de los óvulos a través del tiempo. Al aplicar sus procedimientos a la *Anchoa naso*, puede determinarse si hay más de un grupo de óvulos que se están madurando en esta especie a un solo tiempo. En la Figura 9 se muestra la distribución del porcentaje medio de las frecuencias de longitud de las medidas de los huevos de todos los peces, agrupados de acuerdo con la posición del último modo en la distribución de las frecuencias de longitud correspondientes a cada hembra. Fueron seleccionados nueve intervalos de clase dentro del alcance de 0.30 a 0.79 mm. El número de hembras incluido en cada grupo aparece en la esquina superior del correspondiente cuadro de dicha figura. El cuadro superior izquierdo representa los ovarios más inmaduros y el cuadro inferior de la derecha, los de mayor madurez. Conforme los ovarios

maduraban, un solo modo de huevos se separaba de un modo secundario más pequeño. Es evidente que este modo secundario de huevos más pequeños permanecía estacionario conforme el tamaño mayor del modo progresaba hacia la derecha. Esto indica que solamente un grupo de huevos maduraban a un tiempo, lo que implica que el grupo representado por el modo secundario no se desarrollaba más, hasta que los huevos más grandes eran desovados. Como de estos datos no puede inferirse una connotación de tiempo, no es posible determinar el número de desoves por pez individual dentro del año.

El tamaño en la primera madurez

El tamaño de la *Anchoa naso* en la primera madurez fué determinado mediante el examen de 196 especímenes capturados durante el período de marzo de 1959 a junio de 1961. Todas las hembras con un óvulo de tamaño medio mayor de 0.20 mm., se consideraron en proceso de maduración. Clark (1934) y Hickling (1930) han indicado la posibilidad de introducir un error con este método, porque los huevos en los peces adolescentes pueden comenzar a madurar, pero tal vez no alcancen un estado de madurez y se degeneren eventualmente. Sin embargo, la *Anchoa naso*, desova en el transcurso del año, y el desarrollo de los óvulos no podría, en consecuencia, ser abortado por fuerzas concomitantes con la terminación de una época de desove.

En cada categoría de 5 mm. de longitud, fué determinado el porcentaje de hembras con huevos de yema de un tamaño medio superior a 0.20 mm., según se indica en la Tabla 3. También se presentan asimismo gráficamente (Figura 10) en la forma de una curva de frecuencias que indica el porcentaje de hembras en proceso de maduración a lo largo de la ordenada, y la correspondiente longitud estándar del cuerpo a lo largo de la abscisa.

No se encontraron peces de un tamaño inferior a 45 mm. en proceso de maduración. Alrededor de un 50 por ciento de las hembras muestreadas fueron encontradas en ese proceso a una longitud de 50 mm., y todos los peces de un tamaño mayor de 60 mm. estaban en maduración.

Fecundidad

Los métodos usados en la estimación de la fecundidad de la *Anchoa naso* fueron esencialmente los mismos descritos por Peterson (1961).

Se anotó la longitud y el peso de cada hembra seleccionada, y se removió el par de ovarios y se pesó hasta 0.1 mg. más cercano. Una pequeña muestra fué removida del ovario y también pesó hasta 0.1 mg. más cercano. Los óvulos de esta muestra fueron entonces desprendidos del tejido conectivo y esparcidos uniformemente sobre la superficie de la placa, la cuál había sido dividida en tres secciones con dos hilos finos colocados paralelamente entre sí, a lo largo del eje mayor de la placa. Para cada pez fueron preparadas en la forma antes indicada, dos placas, con el propósito de evaluar la variabilidad en la técnica.

Los óvulos con yema fueron enumerados en cada muestra, usando un aparato el cuál fué diseñado para leer las escamas de los peces, siendo

proyectadas a una amplificación de 50X. Las cantidades totales en el par de ovarios de los cuales se tomó la muestra se estimaron por proporción.

Como no fué posible de determinar el número de veces que cada individuo desova durante cada año, para este estudio, la fecundidad tuvo necesariamente que definirse por el número de huevos maduros en una sola camada.

Los duplicados (A y B) y también, la estimación de la fecundidad media para cada uno de los doce especímenes, están anotados en la Tabla 4 junto con la longitud del pez y otros datos pertinentes que fueron usados para hacerla. Como la relación entre la longitud de los peces y la fecundidad se mostró como lineal en estos 12 especímenes (Figura 11), una línea recta, que expresa la regresión del número de óvulos en el modo más avanzado en la longitud de los pescados, fué ajustada a los datos por el método de los cuadrados mínimos. La fórmula que expresa esta relación es la siguiente: $Y = 0.583X - 16.0$, en la que Y es la fecundidad en cientos de óvulos y X es la longitud del pez en milímetros.

Hubo un alto grado de variación entre la fecundidad de los peces de los mismos tamaños. Para determinar si esto obedeció a una diferencia biológica o era debido a la técnica empleada en el muestreo y en el conteo, se tomaron muestras duplicadas de cada par de ovarios de los 12 especímenes, y se estimó la fecundidad para cada una separadamente. La variancia de las diferencias entre las estimaciones hechas así por duplicado fué de 42,000, siendo equivalente a dos veces la variancia de la población, el resultado es una desviación estándar de 145 debido a la variabilidad de la técnica. Esto es aproximadamente un cuarto del error estándar de estimación en los datos de la Figura 11 (600). Otros investigadores sobre la fecundidad han encontrado variación en la técnica de una magnitud similar con respecto a una variedad de especies (Peterson, 1961, MacGregor, 1957; y Joseph, 1963).

Proporción de los sexos

Cuarenta y una muestras representativas de 853 peces, fueron usadas para estudiar la proporción de los sexos en la *Anchoa naso*. La proporción de hembras, con respecto a los machos, fué determinada en cada muestra y cada una fué probada, en contra de una proporción esperada de 1:1, mediante el método del Ji-cuadrado. En todas las muestras, excepto en tres, fué aceptada la hipótesis de nulidad, lo que no indica partida de la proporción 1:1 en el sexo (Tabla 5). La suma de los 41 Ji-cuadrados, que acumula la información proporcionada por cada una de las 41 muestras fué, por otra parte, lo suficientemente grande como para rechazar la hipótesis de nulidad. Luego los 853 pescados fueron tratados como una sola muestra grande y esta combinación de Ji-cuadrado (en total) resultó significativa.

Fisher y Mather (1936) demostraron que podría ser derivada una medida de la inconsistencia de las desviaciones en la proporción de las muestras, con respecto a la proporción hipotética, si se toma la diferencia

entre los Ji-cuadrados sumados y los combinados; ellos llamaron esa medida "la heterogeneidad de Ji-cuadrado". Se hizo el cálculo correspondiente a estos datos, y los resultados demostraron que las proporciones entre machos y hembras, en las 41 muestras alcanzaban un alto grado de heterogeneidad.

Los datos fueron agrupados por mes de origen y cada mes fué probado para determinar la desviación de la proporción de 1:1. Los datos y el Ji-cuadrado resultante se presentan en la Tabla 6. Solamente dos de los doce meses exhibieron una desviación significativa, sin embargo, los Ji-cuadrados sumados y la heterogeneidad tuvieron una vez más significación.

De esas pruebas puede desprenderse que: 1) uno u otro sexo generalmente predominaron en los cardúmenes que fueron muestreados de esta especie, pero siendo los tamaños de las muestras tan pequeños, las pruebas individuales no mostraron tendencia a exhibir significación; 2) en el conjunto de la población había más hembras que machos; y 3) los datos no exhibieron ninguna pauta estacional en la proporción de machos a hembras.

Los datos fueron agrupados en categorías de tamaños de 5 mm. para examinar la relación entre la proporción de los sexos y la longitud de los peces. El porcentaje de hembras en cada categoría (Figura 12) fué determinado. Las hembras predominaron en los tamaños más grandes; y los machos en los más pequeños. Es sorprendente que en los grupos de tamaños más pequeños (45-65 mm.) la proporción de los sexos se desviara tanto de uno. Esto puede haber ocurrido por una o por la combinación de las siguientes posibilidades: 1) un error inadvertido al clasificar algunas hembras como machos, cuando se trataba de determinar el sexo de los grupos de tamaños menores; 2) una mortalidad diferencial; 3) un crecimiento diferencial, al crecer las hembras más rápidamente que los machos. Esto hace ver la necesidad de que el crecimiento, por sexos, sea objeto de investigación en los estudios futuros de esta especie.

LITERATURE CITED - BIBLIOGRAFIA CITADA

- Alverson, F. G. and B. M. Shimada
1957 A study of the Eastern Pacific fishery for tuna baitfishes, with particular reference to the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*). Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 2, pp. 21-61 (English), pp. 62-79 (Spanish).
- Blackburn, M.
1950 A biological study of the anchovy, *Engraulis australis* (White), in Australian waters. Austral. Jour. Mar. and Freshwater Res., Vol. 1, No. 1, pp. 3-84.
- Clark, F. N.
1934 Maturity of the California sardine (*Sardina caerulea*), determined by ova diameter measurements. Calif. Fish and Game Comm., Fish Bull., No. 42, 49 p.
- Fisher, C. A. and K. Mather.
1936 A linkage test with mice. Annals of Eugenics, Vol. 7, pp. 265-280.
- Hickling, C. F.
1930 The natural history of the hake. Part III: Seasonal changes in the condition of the hake. Min. of Agr. Fish. (U.K.), Fish. Invest., Ser. 2, Vol. 12, No. 1, 78 p.
- Hildebrand, S. F.
1943 A review of the American anchovies (Family Engraulidae). Bull. Bingham Ocean., Coll., Vol. 8, Art. 2, pp. 1-165.
- Hildebrand, S. F. and L. E. Cable
1930 Development and life history of 14 Teleostean fishes at Beaufort, N. C. U. S. Dept. of Commerce, Bureau of Fisheries. Fisheries Document No. 1093, pp. 383-488.
- Hjort, J.
1926 Fluctuations in the year classes of important food fishes. Cons. Perm. Internat. Expl. Mer, Jour. du Cons., Vol. 1, No. 1, pp. 5-38.
- Howard, G. V. and A. Landa
1958 A study of the age, growth, sexual maturity, and spawning of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) in the Gulf of Panama. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 9, pp. 389-437 (English), pp. 438-467 (Spanish).
- Hubbs, C. L. and C. Hubbs
1953 An improved graphical analysis and comparison of series of samples. Syst. Zool., Vol. 2, No. 2, pp. 49-56.

Joseph, J.

- 1963 Fecundity of the yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) from the Eastern Pacific Ocean. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 7, No. 4, pp. 257-277 (English), pp. 278-292 (Spanish).

MacGregor, J. S.

- 1957 Fecundity of the Pacific sardine (*Sardinops caerulea*). U.S. Dept. Int., Fish & Wildlife Serv., Fish. Bull. 54, Vol. 51, pp. 427-449.

Miller, D. J.

- 1955 Studies relating to the validity of the scale method for age determination of the northern anchovy (*Engraulis mordax*). State of Calif., Dept. of Fish and Game, Fish Bull., No. 101, pp. 7-3.

Petersen, C. G. J.

- 1922 On the stock of plaice and the plaice fisheries in the different waters. A survey. Rept. Danish Biol. Stat., Vol. 29, 36 p.

Peterson, C. L.

- 1956 Observations on the taxonomy, biology, and ecology of the Engraulid and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull., Vol. 2, No. 5, pp. 139-211 (English), pp. 213-280 (Spanish).
- 1961 Fecundity of the anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) in the Gulf of Panama. *Ibid.*, Vol. 6, No. 2, pp. 55-62 (English), pp. 63-68 (Spanish).

Schaefer, M. B.

- 1948 Size composition of catches of yellowfin tuna (*Neothunnus macropterus*) from Central America, and their significance in the determination of growth, age, and schooling habits. U. S. Dept. Int., Fish & Wildlife Serv., Fish. Bull., No. 44, pp. 197-200.
- 1960 Report on the Investigations of the Inter-American Tropical Tuna Commission for the year 1959. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Ann. Rept. for 1959, pp. 39-94 (English), pp. 95-156 (Spanish).

Tester, A. L.

- 1951 The distribution of eggs and larvae of the anchovy, *Stolephorus purpureus* Fowler, in Kaneohe Bay, Oahu, with a consideration of the sampling problem. Pacific Science, Vol. 5, No. 4, pp. 321-346.

Walford, L. A.

- 1946 A new method of describing the growth of animals. Biol. Bull., Vol. 90, No. 2, pp. 141-147.